FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

NEUE REIHE 49. JAHRGANG
ODER
DER GANZEN REIHE 74. JAHRGANG.

HERAUSGEBER: PROF. Dr. K. GOEBEL.

Mit 19 Tafeln und 4 Holzschnitten.

Mo. Bot. Garden,
1893

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1891.

SHOUT
SHARE
IT

Inhaltsverzeichniss.

I. Abhandlungen.

Seite

Arbeiten aus dem botanischen Institut zu Marburg 492
BUCHENAU, F., Ueber Knollen- und Zwiebelbildung bei den Juncaceen . . 71
DALMER, M., Ueber stärkereiche Chlorophyllkörper im Wassergewebe der Laubmoose 460
DIETEL, P., Untersuchungen über Rostpilze 140
KLEBAHN, H., Ueber Wurzelanlagen unter Lenticellen bei Herminiera Elaphroxylon und Solanum Dulcamara 125
LANGE, TH., Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung der Gefässe und Tracheiden 393
LOEW, E., Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Oxytropis pilosa 84
— — Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Apios tuberosa 160
MUELLER, J., Lichenologische Beiträge . . . . 107 u. 371
REICHE, K., Ueber nachträgliche Verbindung frei angelegter Pflanzenorgane 435
REINSCH, P. F., Ueber das Protococcaceen-Genus Actidesmium 445
RONTE, Beiträge zur Kenntniss der Blüthengestaltung einiger Tropenpflanzen 492
SCHILLING, A. J., Die Süsswasserperideneen 220
SCHMIDT, R. H., Ueber Aufnahme u. Verarbeitung von fetten Oelen durch Pflanzen 300
STEINBRINCK, Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe 193
STICH, C., Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung 1
TONI, J. B. de, Systematische Uebersicht der bisher bekannten Gattungen der echten Fucoideen 171
WEISSE, A., Ueber die Wendung der Blattspirale und die sie bedingenden Druckverhältnisse an den Axillarknospen der Coniferen 58
ZACHARIAS, E., Ueber das Wachsthum der Zellhaut bei Wurzelhaaren . . 466
ZUKAL, H., Halbflechten 92

II. Abbildungen.

A. Tafeln.

Tafel I zu Weisse, Ueber die Wendung der Blattspirale.
Tafel II zu Loew, Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Oxytropis pilosa.
Tafel III zu Zukal, Halbflechten.
Tafel IV zu Klebahn, Ueber Wurzelanlagen unter Lenticellen bei Herminiera Elaphroxylon und Solanum Dulcamara.
Tafel V zu Dietel, Untersuchungen über Rostpilze.
Tafel VI zu Loew, Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Apios tuberosa.
Tafel VII zu Steinbrinck, Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe.
Tafel VIII, IX u. X zu Schilling, Die Süsswasserperidineen.

Tafel XI u. XII zu **Lange**, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Gefässe und Tracheiden.

Tafel XIII zu **Reiche**, Ueber nachträgliche Verbindungen frei angelegter Pflanzenorgane.

Tafel XIV u. XV zu **Reinsch**, Ueber das Protococcaceen-Genus Actidesmium.

Tafel XVI u. XVII zu **Zacharias**, Ueber das Wachsthum der Zellhaut bei Wurzelhaaren.

Tafel XVIII u. XIX zu **Ronte**, Beiträge zur Kenntniss der Blüthengestaltung einiger Tropenpflanzen.

B. Holzschnitte.

Fig. 1 u. 2 zu **Stich**, Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung.

Fig. 3 zu **Dietel**, Untersuchungen über Rostpilze.

Fig. 4 zu **Steinbrinck**, Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe.

III. Litteratur.

ARTARI, Zur Entwicklungsgeschichte des Wassernetzes 119
BECK VON MANNAGETTA, Flora von Nieder-Oesterreich 117
BEHRENS, Leitfaden der botanischen Mikroskopie 119
BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesammtgebiet der Mycologie . . . 389
BUCHENAU, Zwei Abschnitte aus der Praxis des botanischen Unterrichts . . 121
BUESGEN, Der Honigthau 183
CANDOLLE, de, Recherches sur les inflorescences épiphylles 189
DAMMER, Handbuch für Pflanzensammler 530
DRUDE, Handbuch der Pflanzengeographie 116
ELFVING, Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze . . . 185
HANSEN, Pflanzenphysiologie 120
HESSE, Die Hypogaeen Deutschlands 115
KARSTNERS, Abbildungen zur deutschen Flora 530
KIHLMANN, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland 116
KRABBE, Entwicklungsgeschichte und Morphologie der polymorphen Flechtengattung Cladonia 531
MEYER, Wissenschaftliche Drogenkunde 189
MUELLFR, Kritik über Dr. Wainio's »Etude« 383
NEUHAUSS, Lehrbuch der Mikrophotographie 118
NYLANDER, Lichenes Japoniae 114
SADEBECK, Kritische Untersuchungen über die durch Taphrina-Arten hervorgebrachten Baumkrankheiten 120
SAGORSKI und SCHNEIDER, Flora der Centralcarpathen 117
STEINBRINCK, Zur Theorie der hygroskopischen Flächenquellung und -schrumpfung vegetabilischer Membranen 187
WIGAND, Flora von Hessen-Nassau. II. Theil 532

IV. Eingegangene Litteratur.

S. 122, 190, 391, 533.

Heft I (S. 1—124) erschien am 16. Januar 1891.
» II (S. 125—192) » » 15. April.
» III (S. 193—392) » » 29. Juni.
» IV u. V (S. 393—534) » » 3. October.

Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen.

Aus dem botanischen Institute zu Leipzig.

Von
Dr. Conrad Stich.

1. Theil.

Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung.

Eine der Hauptaufgaben, deren Lösung die Physiologie seit den letzten Jahrzehnten versucht hat, bildete die Klarlegung der einzelnen Factoren, durch deren Zusammenwirken die Lebensbethätigung eines Organismus, wie sie in der Athmung zu Tage tritt, ermöglicht wird. Obgleich eine grössere Zahl umfangreicher Untersuchungen über Zweck, Verlauf und Bedingungen dieses Processes vorliegt, so ist man doch noch nicht zu einer allseitig befriedigenden Erkenntniss des wichtigen Gegenstandes gelangt. Denn trotz mannigfacher Erfahrungen ist eine lückenlose Einsicht in den Athmungsprocess selbst noch nicht gewonnen. Mehr durch Untersuchungen beleuchtet ist die Abhängigkeit der pflanzlichen Athmung von äusseren Factoren, wiewohl auch hier in einzelnen Punkten dieser Frage eine lückenhafte Kenntniss weitere Forschungen wünschenswerth erscheinen lässt.

Ein wesentlicher Factor, von welchem dieser physiologische Verbrennungsprocess naturgemäss abhängen muss, ist der Sauerstoff der umgebenden Atmosphäre. Von den engeren Fragen, welche den Einfluss der Sauerstoffpressung auf die Athmung berühren, sind bis jetzt beantwortet die Athmung nach Abschluss des Sauerstoffs, sowie die Relation der Athmungsproducte unter normalen Verhältnissen und bei gesteigertem Sauerstoffdruck, während über den Einfluss verminderter Sauerstoffpressung auf die Athmungsthätigkeit eine befriedigende Klarheit noch nicht herrscht.

Saussure[1]) und Grischow und nach ihnen Borodin fanden, dass in reinem Sauerstoff die Athmungsintensität etwas gesteigert wird, während Scheele angiebt, dass viele Keimpflanzen in seiner Feuerluft eine langsamere und unvollkommenere Entwicklung zeigen. Bei mehrtägiger Exposition musste auch Paul Bert eine Verringerung der Kohlensäureausscheidung constatiren. Rischawis[2]) Versuche ergaben wiederum, in Uebereinstimmung mit Böhms[3]), eine Indifferenz der Pflanze gegen hohen Sauerstoff-

---

1) Eine vollständige Zusammenstellung der ältern die Frage berührenden Litteratur findet sich in Pfeffers Pflanzenphysiologie, VIII. Kapitel, I. Band.

2) Landw. Versuchsstat. 1876, Bd. 19, p. 336.

3) Sitzber. d. k. Wiener Akad. Math. nat. Classe, Bd. 68, p. 132.

gehalt und zwar bei Temperaturen zwischen 2° und 35° C. Die neuesten Angaben rühren von Godlewski¹) und von Johannsen her, von denen der erstere für die ersten 48 Stunden des Versuchs eine bedeutend grössere Kohlensäureausscheidung als gewöhnlich beobachtete, die sich jedoch danach auf ein geringes Maass einschränkte. Aehnlich fand Johannsen²), dass bei Zea Mays, Helianthus annuus und Pisum sativum die Kohlensäureausscheidung unter einem Luftdrucke von 10 bis 25 Atmosphären, also reinem Sauerstoffdruck von 2 bis 5 Atmosphären, in den ersten Stunden theilweise kaum, theilweise ansehnlicher vermehrt wird, um danach bis zum Tode allmählich abzunehmen, und zwar um so schneller, je grösser der Druck ist. Wurden die Pflanzen nach 2 bis 45stündiger Versuchsdauer unter den gewöhnlichen Druck versetzt, so stieg die Kohlensäureproduction zeitweilig noch höher als vorher. Es kann nicht gerade auffällig sein, dass die angeführten Resultate Differenzen ergaben. Diese werden zum Theil erklärt durch die verschiedene Versuchsdauer, die sonstigen Bedingungen und die verschiedenen angewandten Pflanzen, von denen angenommen werden muss, dass sie sich in Bezug auf die Athmung wahrscheinlich ebenso verschieden verhalten, wie es Pflanzen überhaupt in physiologischer Hinsicht thun. Soviel scheint indessen festzustehen, dass ein höherer Sauerstoffgehalt bei gewissen, doch nicht allen Pflanzen eine zeitweise und jeweilig verschiedene Steigerung der Athmungsthätigkeit zur Folge hat. Weiterhin aber sinkt die Athmungsthätigkeit, weil die Pflanzen bei zu hohem Sauerstoffdrucke geschädigt und endlich getödtet werden.

Wenden wir uns jetzt zu der Frage, wie die Pflanze ein gänzliches Entziehen oder ein Vermindern des Sauerstoffs verträgt, so sind die über den ersteren Punkt festgestellten Thatsachen in Pfeffers Pflanzenphysiologie zusammengefasst und später von ihm, gestützt auf Versuche von Wilson, noch näher beleuchtet worden³). Den Process, durch welchen ohne freien Sauerstoff Kohlensäure abgespalten wird, pflegt man bekanntlich als intramoleculare Athmung zu bezeichnen.

Ueber den zweiten Punkt, nämlich die Respiration bei vermindertem Sauerstoffgehalt, hat Saussure⁴) beobachtet, dass der Sauerstoff bis auf die Hälfte verringert werden kann, ohne eine Schwächung der Athmung zu veranlassen, und dass die Pflanzen in noch bedeutend sauerstoffärmerer Luft eine Volumenvermehrung derselben bewirken. Wilson⁵) hat ferner festgestellt, dass die Kohlensäureproduction nur wenig geringer in einem Gemenge von 4 Theilen Wasserstoff und einem Theile Luft ist, dagegen

---

1) Pringsheims Jahrbücher, Bd. 13, 1882, p. 491.

2) Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen, 1885, Bd. I, p. 686.

3) Untersuch. aus dem bot. Institut zu Tübingen, Bd. I, p. 636.

4) Mémoir. de la soc. physique de Génève 1833, Bd. 6, p. 552.

5) l. c. p. 655.

in einem solchen von 19 Theilen Wasserstoff und einem Theile Luft abnimmt. Aehnliches fand Johannsen[1]) in nur einem Versuche, den er mit 1% Sauerstoff enthaltender Luft anstellte. Ausführlicher hat Godlewski[2]) den Gegenstand bearbeitet, welcher die Pflanzen im abgeschlossenen Raume athmen liess und den verbrauchten Sauerstoff sowie die gebildete Kohlensäure maass. Er beobachtete, dass die Athmungsthätigkeit mit allmählich fallendem Sauerstoffgehalt abnahm, und zwar verringerte sich Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung in gleichem Maasse, d. h. der Respirationsquotient blieb derselbe. Es ist aus diesen Versuchen ersichtlich, dass eine weitgehende Verminderung des Partiärdrucks eine grössere Veränderung im Athmungsprocess der lebenden Pflanze hervorzurufen vermag als ein erhöhter Druck.

Gerade deshalb ist indessen eine genaue quantitative Untersuchung dieser Relationen von grosser Wichtigkeit. Es ist die Frage zu stellen, wie weit der Gehalt an Sauerstoff vermindert werden kann, ohne dass eine merkliche Verringerung der Sauerstoffaufnahme aus der Luft eintritt, und ferner, in welchem Verhältniss von diesem Punkte ab Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung zu einander stehen. Es wäre interessant zu erfahren, ob, wie Godlewski[3]) annahm, dieses Verhältniss, der Respirationsquotient, thatsächlich immer dasselbe bleibt, d. h. dem geringeren Sauerstoffverbrauch proportional weniger Kohlensäure gebildet wird, oder zu Gunsten des einen oder des andern Bestandtheils eine Aenderung Platz greift.

Auf Veranlassung des Herrn Professor Pfeffer begann ich im Frühling 1889 durch eine planmässig angeordnete Versuchsreihe diese Lücke auszufüllen.

Versuchsmethode.

1) Einleitendes: Bestimmung der durch intramoleculare Athmung in reinem Wasserstoff producirten Kohlensäure.
2) Bestimmung des Punktes, bei dem die Abnahme der Kohlensäureproduction bei successive vermindertem Sauerstoffgehalt beginnt.
3) Ermittlung des Respirationsquotienten in verschiedenem Sauerstoffgehalt.

Zur Bestimmung der Kohlensäure in den Versuchen des ersten und zweiten Abschnitts diente der Pettenkofersche Athmungsapparat, wie er von Pfeffer für die vegetabilische Respiration umgeändert und im ersten Bande der Tübinger Untersuchungen bei Gelegenheit der Veröffentlichung

---

1) ibid. p. 716.

2) l. c. p. 491.

3) Pringsheims Jahrbücher 1882, Bd. 13, p. 522.

von Wilsons Versuchen abgebildet wurde [1]. Es ist nichts zu der Pfefferschen Beschreibung und Discussion des Apparates hinzuzufügen und kann daher hier direct die Art und Weise der Versuchsanstellung folgen.

Es wurde zunächst die intramoleculare Athmungsthätigkeit bei Pisum sativum, Brassica Napus, Helianthus annuus, Triticum vulgare, Cornus mas, Picea nigra und Bovista tunicata in verschiedenen Entwicklungsphasen untersucht. Sodann wurde die Kohlensäureproduction bei vermindertem Sauerstoffgehalt gemessen. Versuchsobjecte waren hierbei Früchte, Blüthenknospen, Keimlinge, frische Hutpilze und Wasserpflanzen. Angewandt wurden Luftgemische von 20,8 %, 8 %, 6 %, 4 %, 2 % und 0 % Sauerstoff. Da aber manche Arten bei 2 % noch keine bedeutende Abnahme der Athmungsenergie aufwiesen, wurden neue Individuen noch besonders der Einwirkung von 1 % Sauerstoff ausgesetzt. Die Versuche mit Pilzen verlangten der geringen Haltbarkeit wegen eine andere Anordnung. Es wurde hierbei zuerst die Athmung in Luft, dann in Wasserstoff, dann wieder in Luft verglichen, die Exemplare erneut und das Experiment mit Luft, 2 % Sauerstoff und Luft wiederholt. Die Dauer jedes Versuchs betrug eine Stunde, und es wurde zu jedem ein Controllversuch gemacht.

Die im 2. Abschnitte ausgeführten Versuche gaben nur Aufschluss über die bei vermindertem Sauerstoffdrucke producirte Kohlensäuremenge, zur Ermittlung des Respirationsquotienten (des Verhältnisses der producirten Kohlensäuremenge zum aufgenommenen Sauerstoff) war eine andere Methode nöthig und es wurde nach zwei Methoden mit Benutzung folgender Apparate gearbeitet:

1) Apparat, bestehend aus einem die Pflanzen aufnehmenden kleinen Glascylinder, durch welchen das betreffende Gasgemisch von einem damit verbundenen Gasometer getrieben wurde.
2) Apparat zur Analyse der angewandten und resultirenden Athmungsluft.

1) Athmungsapparat.

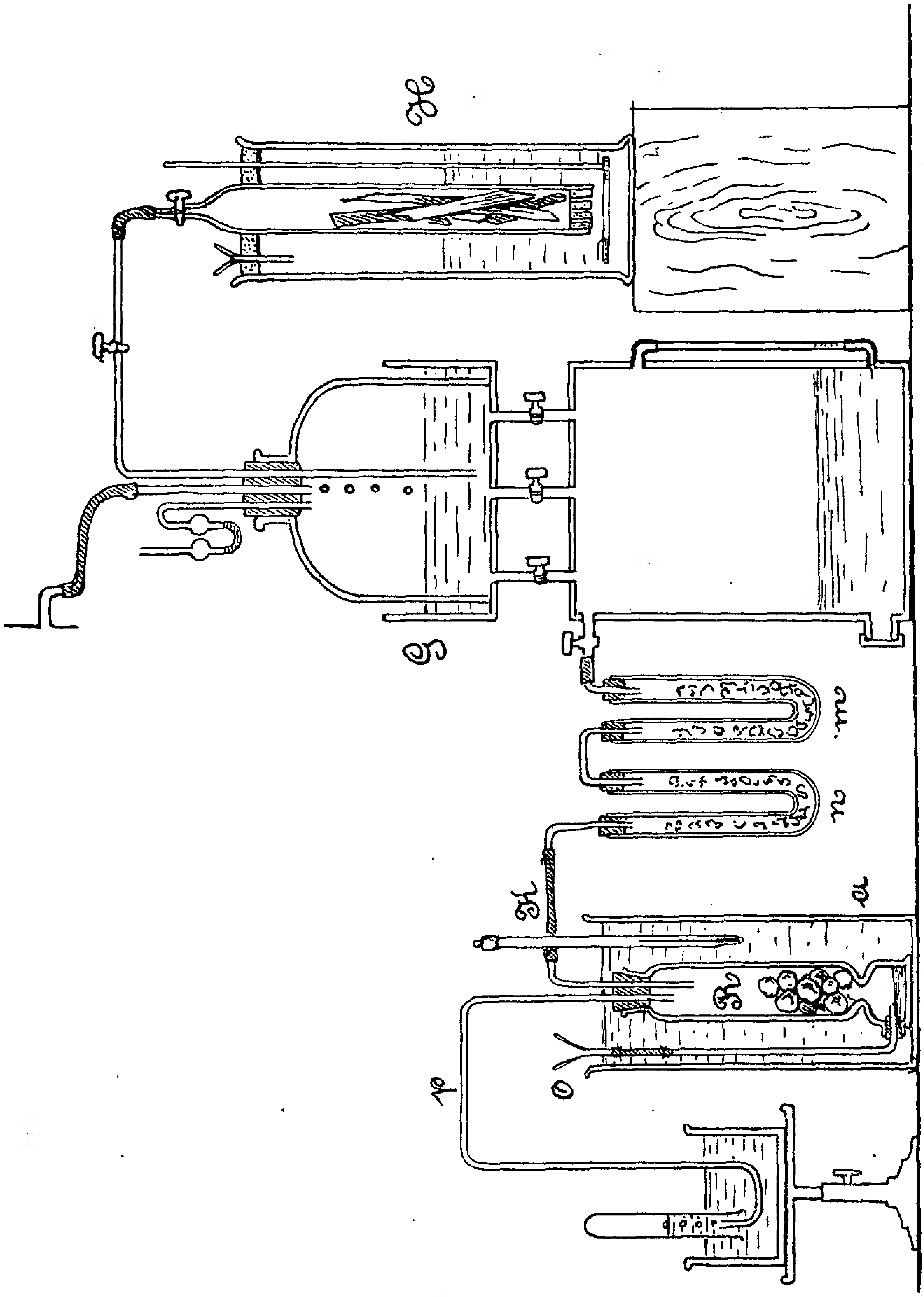
(Vgl. Figur I.)

Die bei den Versuchen verwandten Gasgemische von geringerem Sauerstoffgehalte wurden im Gasometer *G*, der ungefähr 25 Liter fasste, aus reiner Luft und reinem Wasserstoff hergestellt. Um den Sauerstoffgehalt des Gasometers, welcher durch die vom Wasser abgegebene Luft etwas zunimmt, möglichst constant zu erhalten, wurde in das Wasserreservoir eine die Wände desselben fast berührende Glasglocke gestülpt, welche oben mit einem dreifach durchbohrten Stopfen verschlossen war. Durch eine Oeffnung führte eine zweimal rechtwinklig gebogene Glasröhre,

---

1) Untersuch. aus dem bot. Institut zu Tübingen 1885, Bd. I, p. 637.

deren äusseres Ende mit einem Wasserstoffentwickler verbunden war, während das andere innerhalb der Glocke unter Wasser endigte. Das



Figur I.

zum Austreiben des Gasgemisches aus dem Gasometer nöthige Wasser wurde durch eine mit der Wasserleitung verbundene Röhre eingelassen, die durch die zweite Oeffnung des Stopfens führte. Das tropfenweise zufliessende Wasser musste demnach eine Wasserstoffschicht passiren, eine Anordnung, deren Zweckmässigkeit für die Constanz des Sauerstoffgehalts durch Analysen erwiesen wurde. Durch die dritte Oeffnung des Stopfens wurde ein Sicherheitsrohr, mit Wasserschluss für eventuellen Ueberdruck unter der Glocke, geschoben. Die Glocke war bei Beginn der Versuche mit Wasserstoff gefüllt und das Wasser im Gasometerbecken mit Wasserstoff gesättigt. Dieser Wasserstoffabschluss ermöglichte es, dass die Schwankungen des Sauerstoffgehalts im Gasometer unter 1% gehalten wurden. Die Ableitung des etwa überfliessenden Wassers wurde durch einen heberartig wirkenden Fliesspapierstreifen besorgt. Vom Gasometer passirte das Gasgemisch zwei U-Röhren *m* und *n*, welche zur Gasreinigung mit Kalilauge resp. $KMnO_2$-Lösung getränkte Bimsteinstücke enthielten, dann den ca. 100 ccm haltenden Recipienten *R* und von hieraus das U-Rohr *p*, welches in einer Glasschale unter Wasser endigte. Zwischen der U-Röhre *n* und der Zuleitungsröhre zum Recipienten war ein Kautschukschlauch *K* mit zwei Quetschhähnen eingefügt. Dadurch konnte einerseits der Recipient nach dem Gasometer hin abgeschlossen werden, andrerseits wurde durch wiederholtes Zusammenpressen des Schlauches eine gleichmässige Luftmischuug im Pflanzenbehälter *R* erzielt, wie dies auch durch Vorversuche mit Tabaksrauch und Bromdampf controllirt wurde. Zum Austreiben der Luft aus dem Recipienten wurden durch das Barometerrohr *o*, welches sich oben trichterförmig erweiterte und unter dem Trichter abgeschlossen werden konnte, kleinere Quantitäten Quecksilber eingefüllt, wodurch eine zur Analyse genügende Luftmenge ausgetrieben wurde. Die Luftprobe wurde in einem kleinen Reagenzgläschen in der mit Wasser gefüllten Schale *s* aufgefangen. Der Recipient stand in einem mit Wasser angefüllten Cylinder und die Temperatur des Wassers wurde durch ein eingehängtes Thermometer angezeigt. In der Verjüngung am Fusse des Recipienten war ein feuchter Wattepropfen eingeschoben und der obere Theil des Behälters, worin die Versuchsobjecte eingetragen wurden, mit feuchtem Fliesspapier ausgelegt. Die Pflanzen kamen stets angefeuchtet zur Verwendung, so dass sie ihren Turgor während des Versuchs bewahrten. Die Objecte wurden verdunkelt durch Umwickeln des Gefässes *R* mit schwarzem Zeug, ausserdem war der Wassercylinder mit schwarzem Papier umkleidet.

Bei den Versuchen mit kurzer Versuchsdauer wurde das angewandte und das im geschlossenen Recipienten durch die Athmung veränderte Gasgemisch der Analyse unterworfen; bei länger dauernden Versuchen wurde ein Gasgemisch über die Pflanzen geleitet, dessen Zusammensetzung durch die Herstellung und Analyse bekannt war. Von Zeit zu Zeit wurde das aus dem Pflanzenraum austretende Gasgemisch auf unveränderte Zusammensetzung geprüft, und es waren im übrigen alle Vorsichtsmassregeln getroffen, um Geschwindigkeit und Zusammensetzung des Gasstromes genügend constant zu erhalten. Die Aenderung des Gases durch die Athmung der Pflanzen ergab sich hier dadurch, dass der Recipient, nachdem das Gas die gewünschte Zeit hindurch geströmt war, abgeschlossen und in dem so abgespannten Gasvolumen die Athmungsthätigkeit in der schon angedeuteten Weise bestimmt wurde. Vor Beginn der Versuche wurde stets ein kräftiger Luftstrom einige Zeit lang durch den Apparat geleitet, bis anzunehmen war, dass das Gasgemisch gleichmässig den Apparat füllte. Versuchsobjecte waren bei dieser Versuchsreihe Keimlinge, Knollen und Zwiebeln.

2) Apparat zur Luftanalyse.

Derselbe ist der von G. Bonnier und L. Mangin angewandte Apparat[1]), mit welchem die einzelnen Luftbestandtheile volumetrisch ermittelt werden, Kohlensäure durch Absorption mit Kalilauge, Sauerstoff mit pyrogallussaurem Kali, Stickstoff resp. Wasserstoff aus der Differenz der Volumsumme beider und dem zur Analyse genommenen Luftvolum. Die zahlreichen Analysen der atmosphärischen Luft, welche mittelst dieses Apparates ausgeführt wurden, differirten mit denen von M. Dumas um 0,2—0,3 % und diese Genauigkeit reichte für unsere Zwecke.

Um zu prüfen, ob die verwandten Pflanzen im Stande wären, dem Luftvolum des abgeschlossenen Behälters *R* sämmtlichen Sauerstoff zu entreissen, wurden 10 g Keimlinge von Brassica Napus mit 2—3 mm Wurzellänge 3 Tage lang im Recipienten gehalten. Es war nach dieser Zeit keine messbare Quantität Sauerstoff mehr vorhanden. Dasselbe Resultat lieferten 30 Keimlinge von Vicia faba mit 2—8 mm Wurzellänge in einem oben birnförmig erweiterten kalibrirten Rohr mit Wasserschluss. Als Reagenz auf Sauerstoff diente hier Phosphor.

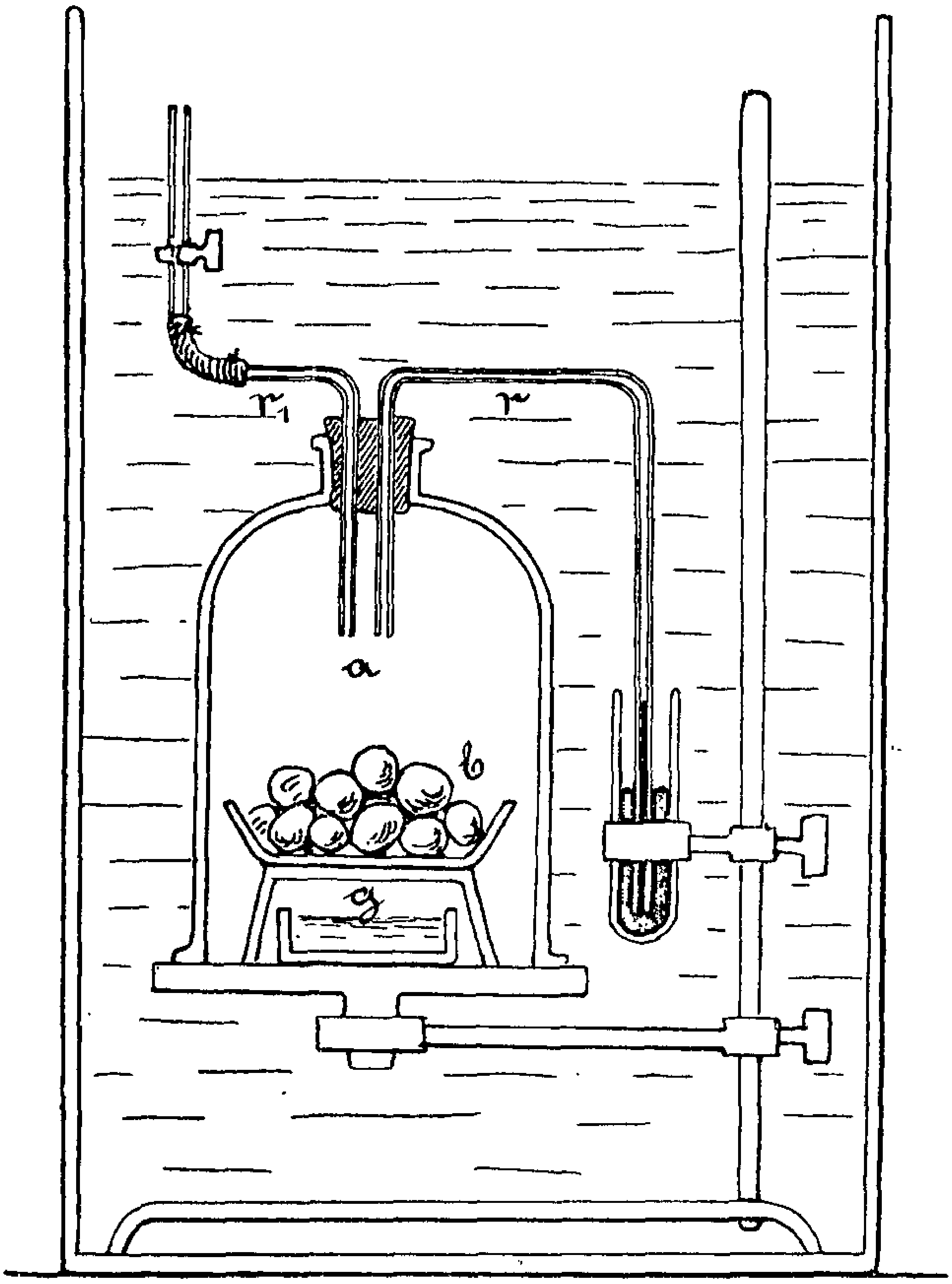
Aus einigen Experimenten mittelst der beiden soeben beschriebenen Apparate konnte geschlossen werden, dass längeres Verweilen der Versuchsobjecte in einer Atmosphäre von geringerem Sauerstoffgehalt eine Anpassung der Athmung an diesen in der Weise bewirkt hatte, dass sich die Sauerstoffaufnahme proportional der Kohlensäurebildung verminderte, der Respirationsquotient aber derselbe blieb. Zur Bestätigung dieser von Godlewski bereits experimentell nachgewiesenen Thatsache war es geboten, einige Versuche in einem grösseren abgeschlossenen Volumen auszuführen.

---

1) Ann. d. scienc. naturell., sér. VI, Bd. XVII, p. 228; Verbesserungen mitgetheilt: sér. VI, Bd. XVIII, p. 296. — Empfehlen möchte ich, an Stelle der an einer Schiene auf- und abgehenden Schraubenbefestigung der mit *l* bei Bonnier bezeichneten Quecksilberflasche, zwei starke Schleiffedern zu verwenden, die an jeder Stelle das Gefäss festhalten.

Godlewski[1]) benutzte einen einfachen Kolben, der mit einem doppelt durchbohrten Stopfen verschlossen war. Durch diesen führten zwei Röhren, von denen eine am äussersten Ende zugeschmolzen, die andere zweimal rechtwinklig gebogen war und in ein Gefäss mit Quecksilber eintauchte. Der äussere Schenkel dieser Röhre war kalibrirt. Am inneren Ende der ersten Röhre war ein Schälchen mit concentrirter Kalilauge zur Aufnahme von Kohlensäure angebracht. Die letztere wurde gewichtsanalytisch mit $Ba\,Cl_2$ in bekannter Weise bestimmt. Das Volum des eingeathmeten Sauerstoffs ergab sich aus der Volumverminderung der Luft im Apparate.

Der nachstehend beschriebene Apparat ist wesentlich dem Godlewskischen gleich (vgl. Figur II).



Figur II.

Die Glocke a, welche etwa 800 ccm hält, ist unten durch eine geschliffene Glasplatte, auf der ihr eingefetteter Rand gut aufsitzt, oben durch einen doppelt durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen. Dieser wird von zwei Röhren durchführt, deren eine r_1 rechtwinklig gebogen und an ihrem äusseren Ende mit Gummischlauch u. Quetschhahn versehen ist und die Verbindung des Innenraumes mit der Atmosphäre bewerkstelligen lässt; während die andere r zweimal rechtwinklig gebogen in ein Quecksilbergefäss taucht und behufs der Ablesung des Innendruckes eine Millimeterscala trägt. b ist ein perforirter, mit Paraffin überzogener Thonnapf für die

---

[1]) Jahrb. f. wissensch. Botanik 1882, Bd. 13, p. 491.

Aufnahme der Pflanzen, der auf einem Glasdreifuss steht und zwar über dem flachen Schälchen, welches die zur Kohlensäureabsorption bestimmte Kalilauge enthält.

Offenbar wird so die Wegnahme der Kohlensäure vollständiger, als durch die bei Godlewski getroffene Einrichtung, der ein zur Hälfte mit Kalilauge gefülltes Gefäss ziemlich hoch über den Pflanzen aufhing; denn die specifisch schwerere Kohlensäure verbreitet sich bei Ruhe nur langsam durch Diffusion in den oberen Raum des Gefässes.

Der Apparat stand auf einem Stativ, und das ganze System war in einen grossen Cylinder mit Wasser getaucht. Dadurch wurde eine ziemlich constante Temperatur und zugleich, wie die Controlle zeigte, ein sicherer Schluss des Apparates erzielt.

Die gebildete Kohlensäure wurde mit $BaCl_2$ ausgefällt und das restirende KOH mit Normalsalzsäure und Phenolphtalein titrirt, der O-Consum aus der Volumverminderung im Apparate am Steigen der Quecksilbersäule, das mittelst Kathetometers gemessen wurde, nach der Formel $lg\,v = lg\,v' + lg\,(b - b' - b'') - lg\,(1 + 0{,}00366\,t)$ ermittelt. Die zu berücksichtigenden Fehlerquellen hat bereits Godlewski[1] in der Beschreibung seines Apparats besprochen.

Zusammenfassung[2].

Den Versuchen über Einfluss verminderter Partiärpressung des Sauerstoffs auf die Athmung gingen einige Experimente voran, welche bezweckten, die bei intramolecularer und normaler Athmung producirte Kohlensäuremenge verschieden alter Individuen derselben Species festzustellen. Die gewonnenen Resultate zeigen deutlich, wie das Verhältniss der normal und intramolecular gebildeten Kohlensäuremenge für verschiedene Entwicklungsstadien derselben Objecte eine Aenderung erfahren kann, wie dies auch schon von Pfeffer als wahrscheinlich hingestellt wurde[3]. Der Quotient $\frac{J}{N}$ (das Verhältniss der intramolecularen (J) zur normalen (N) Athmung) beträgt für Sonnenrosenkeimlinge mit 5—8 mm Wurzellänge 0,348, mit 15—20 mm Wl. 0,502; für Weizenkeimlinge mit 1—3 mm Wl. 0,591, mit 10—12 mm Wl. 0,416. Drei verschiedene Entwicklungsstadien von Zweigspitzen der Picea nigra gaben die Relationen: 0,251, 0,538, 0,648.

Aus dieser Thatsache ist zu schliessen, dass die chemischen Vorgänge in verschiedenen Entwicklungsstadien in ihrem Einfluss auf die Athmung eine Verschiedenheit erkennen lassen, welche nach Abschluss des Sauerstoffs in der Verschiebung der Relation $\frac{J}{N}$ angezeigt ist.

---

[1] l. c. p. 495.

[2] Die Belege für die Zusammenfassung sind in den Abschnitten A, B und C der Tabellen enthalten.

[3] Unters. aus dem bot. Institut zu Tübingen 1885, I. Bd., p. 657.

Die Kohlensäureproduction ist aber nur ein Glied einer Kette von Processen, welches quantitativ gleich weiter bestehen kann, trotzdem die übrigen Glieder eine Reihe Umwandlungen erfahren. Es kann also auch zufällig zutreffen, dass die durch intramoleculare und normale Athmung gebildete Kohlensäuremenge gleich ist. Das lehren uns die Keimlinge von Vicia faba[1]) und Ricinus communis[2]).

Die zum Aufbau des Organismus und zum Unterhalt des Lebens unerlässlichen Betriebskräfte ändern sich mit den Entwicklungsstadien. Sowohl die äusseren Factoren, wie Temperatur, Licht etc., wie die inneren, z. B. die Natur des gebotenen Nährmaterials, können in verschiedenen Entwicklungsphasen verschiedenen Einfluss erzielen. Dass die Beschaffenheit des Nährmaterials thatsächlich die damit in den Pflanzenkörper eingeführte Spannkraft und die von dieser abhängige lebendige Kraft, wie sie in der Athmung zu Tage tritt, beeinträchtigt, zeigen entschieden die Untersuchungen Diakonows[3]), welche die Abhängigkeit der intramolecularen Athmung vom Nährmaterial bei Penicillium glaucum, Asperillus niger und Mucor stolonifer behandeln. Aus einigen dieser Versuche ergiebt sich, dass von diesen Schimmelpilzen Kohlensäure in sauerstofffreiem Raume nur ausgeschieden wird, wenn sich Glycose im Nährboden befindet, ob sonst auch sehr gutes Nährmaterial vorhanden ist oder nicht. Bei Mangel an Nährstoffen sinkt auch bei Sauerstoffzufuhr die Athmungsthätigkeit allmählich bis zu einer sehr unbedeutenden Grösse herab, ohne sogleich die Tödtung des Pilzes herbeizuführen. Die Intensität der Kohlensäurebildung von Schimmelpilzen in sauerstofffreiem Raume sinkt mit zunehmender Ansäuerung der Zuckernährlösung, während die normale Athmung davon unabhängig ist.

Auch Müller-Thurgaus[4]) Beobachtungen machen den Einfluss des Nährmaterials auf die Athmung wahrscheinlich, obgleich nicht ausgeschlossen ist, dass hier noch weitere Momente mitspielen. Er stellte die Thatsache fest, dass die Athmung der Kartoffeln um so energischer vor sich geht, je mehr Zucker dem Protoplasma zur Verfügung steht, und dass mit Schwinden der Fähigkeit, Zucker in Stärke zu verwandeln, die Athmung besser gestellt wird und dementsprechend in ausgiebigerem Maasse stattfindet.

Vom Sauerstoffgehalt der Umgebung ist die Sauerstoffathmung in ziemlich weiten Grenzen unabhängig. Aus den Kohlensäuremessungen, welche vergleichend bei Verwendung von 20,8%, 8%, 6%, 4%, 2% und 0% Sauerstoff gemacht wurden, war der Punkt des Auftretens einer Verminderung der producirten Kohlensäuremenge bei den verschiedenen Objecten verschieden, doch konnte durchschnittlich bei 2—4 % Sauerstoff ein auffallendes Sinken der Kohlensäurebildung noch nicht beobachtet werden [1]. Für gleiche Objectarten: Früchte, Keimlinge etc. trat die Abnahme der Kohlensäureproduction bei verschiedener Herabsetzung der Sauerstoffspannung ein. So athmeten bei 2 % noch normale Kohlensäuremenge aus die Blüthen von Anemone japonica, Früchte von Prunus domestica, Keimlinge von Helianthus annuus, Triticum vulgare, Vicia sativa, während die Blüthen von Stenactis annua, Cacalia verbascifola, die Früchte von Hippophae rhamnoides, Keimlinge von Brassica Napus und Cucurbita melanospermum bei diesem Sauerstoffgehalt ein merkliches Sinken der ausgehauchten Kohlensäuremenge erkennen liessen. Bei einigen Objecten, bei den Früchten von Jasminum fruticans, Sambucus nigra und den Keimlingen von Ricinus communis, Vicia faba und Lupinus albus blieb die producirte Kohlensäuremenge unbeeinflusst von dem Sauerstoffgehalt des Mediums, so dass auch in Wasserstoff ebensoviel Kohlensäure gebildet wurde als in atmosphärischer Luft. Auch kam kein durchgehender Unterschied zur Geltung zwischen ölhaltigen und stärkehaltigen Keimlingen.

---

[1]) Unters. aus dem bot. Inst. zu Tübingen, I. Bd., Jahrg. 1885, p. 645—647.

[2]) Möller, Berichte der bot. Ges. 1884, II, p. 317.

[3]) Bot. Jahresber., 14. Jahrg., 1886, p. 167.

[4]) Müller-Thurgau, Landwirthsch. Jahrb., Jahrg. 1885, Bd. 14, p. 862—873.

Was den Respirationsquotienten, das Verhältniss des aufgenommenen Sauerstoffs zur gebildeten Kohlensäure, anlangt, so war bei einem Sauerstoffgehalt des Mediums von ungefähr 8 % und einer Versuchsdauer von 3 bis 24 Stunden eine Verschiebung desselben nicht eingetreten, auch nicht eine Aenderung in den absoluten Mengen. Bei 3 bis 4 % Sauerstoffgehalt des Mediums war dieser Quotient beträchtlich zu Gunsten der Kohlensäure geändert; es hatte also intramoleculare Athmung neben der normalen stattgefunden, wie dies aus den, den unter C mitgetheilten Versuchstabellen entnommenen Zahlen zu ersehen ist.

Objecte.	Versuchsdauer	Medium % O	$\frac{CO_2}{O}$	Objecte.	Versuchsdauer	Medium % O	$\frac{CO_2}{O}$
Triticum vulgare, Keimlinge.	3 h	20,8	0,98	Oryza sativa, Keimlinge.	3 h	20,8	0,86
—	3 h	9,0	0,94	—	21 h	8,0	0,86
—	3 h	5,0	0,93	—	27 h	4,1	2,30
—	3 h	3,0	3,34	Avena sativa, Keimlinge.	3 h	20,8	0,89
—	18 h	3,0	3,73				
Zea Mays, Keimlinge.	3 h	20,8	0,89	—	3 h	10,0	0,94
—	3 h	9,0	0,96	—	27 h	5,5	1,49
—	24 h	9,1	0,97	Secale cereale, Keimlinge.	3 h	20,8	0,90
—	15 h	5,0	1,35				
—	3 h	3,6	1,37	—	27 h	1,7	11,33

---

[1] Es sei bemerkt, dass diese Methode nur anwendbar ist, wenn die bei intramolecularer Athmung producirte Kohlensäuremenge geringer ausfällt als bei normaler.

Objecte.	Versuchsdauer	Medium % O	$\frac{CO_2}{O}$
Pisum sativum, Keimlinge.	3 h	20,8	0,83
—	3 h	9,3	0,86
—	15 h	3,5	2,31
Ervum Lens, Keiml.	3 h	20,8	0,85
—	15 h	11,8	0,70
—	3 h	3,7	2,00
Vicia sativa, Keiml.	2 h 30′	20,8	0,80
—	27 h	5,0	0,88
—	2 h 30′	3,8	1,60
Lupinus albus, Keiml.	3 h	20,8	0,80
—	3 h	7,4	1,12
—	3 h	4,6	0,92
Vicia faba, Keiml.	3 h	20,8	1,05
—	27 h	7,3	0,85
—	23 h	4,1	2,3
Sinapis alba, Keimlinge.	3 h	20,8	0,63
—	16 h	12,0	0,83
—	15 h	12,0	0,77
Cucurbita melanosp., Keimlinge.	3 h	20,8	0,73
—	3 h	5,5	0,81
—	15 h	4,2	2,20
Ricinus communis, Keimlinge.	3 h	20,8	0,54
—	3 h	6,8	0,65
—	17 h	2,7	1,10
Narcissus poëticus, Zwiebeln.	3 h	20,8	0,96
—	3 h	10,2	1,04
—	13 h	7,5	2,36

Bei einigen Versuchen[1]), in denen die Pflanze längere Zeit der Einwirkung des Gasgemisches unterworfen war, stellte sich während des Versuches der normale Respirationsquotient allmählich wieder her, aber die absoluten Mengen an Kohlensäure und Sauerstoff nahmen ab; dasselbe zeigte sich dann, wenn die Pflanzen im abgeschlossenen Raume athmeten und also die Pflanze selbst allmählich den Sauerstoff verschluckte.

Objecte.	Versuchsdauer	Medium % O	Gebild. CO_2 pro Std. mg %	Absorb. O_2 pro Std. mg %	$\frac{CO_2}{O}$
Keimlinge von Vicia sativa.	2 h 30′	20,8	1,5	1,8	0,80
	27 h[2])	5,0	0,7	0,8	0,88
Keimlinge von Vicia faba.	3 h	20,8	1,6	1,8	0,89
	27 h[2])	6,4	1,3	1,5	0,85
Kartoffelknollen.	5 h	20,8	0,7	0,8	0,88
	21 h[2])	12,3	1,3	1,2	1,08
	27 h[2])	5,7	0,86	0,69	1,24

---

1) S. nachstehende Tabelle.

2) Die während der letzten 3 Stunden gebildete Kohlensäure wurde gemessen, vgl. Versuchstabellen.

Es ergab sich hieraus die Bestätigung der von Godlewski[1]), Bonnier und Mangin[2]) gefundenen Thatsache, dass unter diesen Bedingungen eine Accommodation des Athmungsprocesses in quantitativer Hinsicht an den in geringerer Menge vorhandenen Sauerstoff stattfindet. Godlewski, welcher den Sauerstoffgehalt durch die Pflanze selbst allmählich verkleinern liess, musste jedoch naturgemäss dabei übersehen, dass eine plötzliche, d. h. gleich zu Anfang des Versuchs geschehende Herabdrückung des Sauerstoffprocents, den Respirationsquotienten beträchtlichen Aenderungen unterwirft, wie dies aus den oben mitgetheilten Zahlen hervorgeht.

Welche Beziehungen lassen sich zu den bisher geltend gemachten Theorien über den genetischen Zusammenhang der normalen und intramolecularen Athmung aus unseren Versuchsresultaten anknüpfen? Pfeffer[3]) nimmt an: »dass dieselben primären Ursachen, welche in der normalen Athmung den oxydirenden Eingriff des Sauerstoffs veranlassen, auch bei Abwesenheit des freien Sauerstoffs fortgesetzt Sauerstoffaffinitäten geltend machen und hierdurch Umsetzungen bewirken, welche bei genügendem Zutritt von Sauerstoff ganz oder theilweise nicht zu Stande kamen, Umlagerungen, aus welchen Kohlensäure, sowie die anderen Producte der intramolecularen Athmung hervorgehen.«

Der oxydirende Eingriff wird nach Pfeffer durch die im lebendigen Protoplasma gebotenen Dispositionen verursacht, nicht in dem Sauerstoff liegt die primäre Ursache der Athmung. Diese Sauerstoffaffinitäten sind in jedem Augenblick in nur begrenzter Menge geboten und werden fortwährend ergänzt, denn nur so erklärt sich, dass die Ausgiebigkeit der Athmung in weiten Grenzen von der Partiärpressung unabhängig ist, mit der doch die in die Zelle eindringende Menge Sauerstoff steigt und fällt. Die vollständige Sättigung der Affinitäten durch den freien Sauerstoff unter normalen Bedingungen, sowie die Annahme, dass bei Sauerstoffmangel durch diese fortbestehenden Affinitäten anderweitige Umlagerungen erzielt werden, bilden die Voraussetzungen von Pfeffers Theorie der intramolecularen Athmung.

Eine andere Vorstellung von der Bedeutung der intramolecularen Athmung hat sich Godlewski[4]) auf Grund seiner Athmungsversuche gebildet. Er fasst die intramoleculare Athmung als keine primäre, die Sauerstoffaufnahme hervorrufende Erscheinung auf, und die normale Athmung beruht auf unmittelbarer Wirkung des atmosphärischen Sauerstoffs auf die Molecüle des lebendigen Protoplasmas, da die intramoleculare

---

1) Jahrb. für wiss. Bot. 1882, Bd. 13, p. 522.

2) Ann. d. scienc. naturell. 1884, sér. VI, Bd. XVII, p. 265; ibid. 1884, sér. VI, Bd. XVIII, p. 359; ibid. 1884, sér. VI, Bd. XIX, p. 246.

3) l. c. p. 664.

4) l. c. p. 537.

Athmung erst zu Tage tritt, wenn die normale Athmung in Folge des Sauerstoffmangels erschwert wird. Als Belege führt er die Versuche IV, XVIII und XIX seiner Arbeit an, bei welchen eine Verminderung der partiären Sauerstoffpressung, nicht nur eine Abnahme im Sauerstoffconsum, sondern auch eine proportionale Verminderung der Kohlensäurebildung zur Folge hat. Die Athmung liefert einen Theil der für das Fortkommen der Pflanze nothwendigen Betriebskraft. So lange Kohlensäurebildung und Sauerstoffconsum als Maass für die Athmungsintensität angenommen werden, müssen dieselben auch massgebend sein für die von der Pflanze durch die Athmung gewonnene Betriebskraft. Eine verminderte Intensität zeigt also auch eine herabgesetzte Betriebskraft für die Pflanzen an, welche für die davon abhängenden Functionen Bedeutung haben muss.

Zur Gewinnung der vollen Betriebskraft, welche zum Unterhalt der normalen Lebensthätigkeit unerlässlich ist, müssen im lebenden Organismus Bedingungen geboten werden, die den oxydirenden Eingriff einer gewissen Menge Sauerstoffmolecüle fordern. Wird diese Sauerstoffmenge des umgebenden Mediums plötzlich so herabgesetzt, dass dieselbe nicht im Stande ist, den Bedürfnissen zu genügen, so scheint es, dass das Fehlende sofort nach den Gesetzen der grösseren Verwandtschaft dem zu Gebote stehenden Material entrissen wird, dessen Zersetzungsproducte, soweit dieselben nicht sofort von der Pflanze nutzbar gemacht werden, in dem umgebenden Medium zu finden sind.

Bei allmählicher Entziehung des Sauerstoffs accommodiren sich die Organismen derart, dass sie Sauerstoffaffinitäten nicht mit der früheren Lebhaftigkeit nachentwickeln und die von der Athmung bezogene sinkende Betriebskraft den davon abhängenden Functionen auf Kosten der allgemeinen Entwicklung in mehr und mehr verkürztem Maasse zu Theil werden lassen. Die intramoleculare Athmung wird hierbei erst bei beträchtlich niederem Sauerstoffprocent angeregt, als wenn derselbe plötzlich verkleinert wird. Gegen die Athmungstheorie Pfeffers dürfte demnach dieser Act der Accommodation schwerlich auszunützen sein.

Durch diese Betrachtung wird auch der von Pfeffer als pathologisch bezeichnete Zustand, in welchem die Pflanzen nach der Sauerstoffentziehung unter wiederhergestellten normalen Umständen nicht die frühere Kohlensäuremenge absondern, vollkommen erklärt, da die allmählich abgestorbenen und in Wegfall gekommenen Affinitäten nach und nach restaurirt und in Action gesetzt werden, wenn man absieht von einem wirklichen Absterben oder einer tieferen Schädigung der Pflanzen.

2. Theil.

Die Athmung der Pflanzen bei Verletzungen.

In den vorstehenden Untersuchungen über den Athmungsprocess waren die äusseren Verhältnisse, unter denen sich derselbe abspielt, verändert worden, um einen Einblick in denselben zu erhalten. Die Veränderung der äusseren Verhältnisse ist ein wichtiges Mittel, um über diesen Verbrennungsprocess Aufschluss zu erlangen. Es schien deshalb geboten, durch weitere Aenderung der normalen Athmungsverhältnisse die Einsicht in diesen Process zu vervollständigen; eine solche Aenderung war die Verletzung des athmenden Organs. Es war diese Versuchsanstellung um so berechtigter, als bereits in den früheren Athmungsversuchen vielfach theilweise verletzte Organe zur Anwendung kamen, da das Abpflücken von Blättern, Früchten etc. doch immerhin eine Verletzung bedeutet.

Im Folgenden sollen also Versuche mitgetheilt werden, bei denen die nämlichen Objecte eine bestimmte Zeit anfänglich im unverletzten, später aber im verletzten Zustande athmeten. Die Art der Verletzung war eine sehr verschiedene, wie aus den zu diesem Abschnitte gehörigen Tabellen zu ersehen ist.

Entweder wurden die betreffenden Organe angeritzt, wie bei den meisten Keimpflanzen, oder sie wurden der Länge nach in Stücke zerschnitten, wie bei den Wurzeln von Pastinaca sativa und den Früchten von Datura stramonium, oder die Organe wurden in Querscheiben oder Querstreifen zerschnitten, wie bei den Blättern von Ilex aquifolium, den Rhizomen von Acorus Calamus und Convallaria Polygonatum und den Knollen der Kartoffel. Die Wundflächen wurden abgewaschen und mit Fliesspapier getrocknet, da ausgepresste Pflanzensäfte auch etwas Kohlensäure ausscheiden könnten. Um zu erfahren, wie bedeutend diese Kohlensäuremenge wäre, wurde der ausgepresste und filtrirte Saft einer Kartoffel mit Fliesspapier aufgenommen und die gebildete Kohlensäure im Pettenkofer-Pfefferschen Apparat gemessen. Das vorgeschlagene Barytwasser wies nur eine schwache Trübung auf.

Die Apparate zur quantitativen Verfolgung der durch die Athmung unverletzter und verletzter Objecte entwickelten Kohlensäure sind die schon oben gebrauchten. In der Hauptsache wurde Kohlensäure mit dem Pettenkofer-Pfefferschen Apparat bestimmt. Das System der Versuche war das, dass zunächst die Kohlensäureproduction in je 1 Stunde im unverletzten Zustande gewöhnlich zweimal gemessen wurde. Darauf wurden die Objecte in geeigneter Weise zerschnitten oder sonst verletzt, in den Recipienten gefüllt und ebenfalls die stündliche Kohlensäureproduction, aber zu verschiedenen Tageszeiten, z. B. zuerst nach der Zeit von 3 bis 4 Uhr Nachmittags, dann von 7 bis 8 Uhr Abends, in einigen Fällen auch am anderen Tage noch einmal bestimmt. Es wurden zu jeder stündlichen Bestimmung ein bis zwei Controllbestimmungen vorgenommen und dann das Mittel gezogen. Die während der Versuchspausen im Recipienten angesammelte Kohlensäure wurde jedesmal durch einen kräftigen Luftstrom entfernt, auch wurde dafür gesorgt, dass in diesen Zwischenräumen Mangel an Sauerstoff nicht eintreten konnte. Die Temperaturschwankungen während der ganzen Versuchsdauer überstiegen 1,5° C. nicht, so dass eine Beeinträchtigung durch sie nicht zu fürchten war. Während der Messungszeit blieb die Temperatur constant. Als Objecte kamen zur Verwendung Keimlinge von Zea Mays, Brassica Napus, Helianthus annuus, Vicia faba, Phaseolus multiflorus, von denen bei den beiden letzten die hypocotylen Glieder, bei den übrigen die Wurzeln verletzt wurden, Blätter von Ilex aquifolium, Früchte von Datura stramonium, Wurzeln von Pastinaca sativa, Rhizome von Acorus Calamus und Convalaria Polygonatum und Kartoffeln. Für die Einzelheiten der Versuche möge auf die Tabellen 1—12 hingewiesen sein.

Eine Betrachtung der dort verzeichneten Versuche zeigt, dass die Athmung verletzter Pflanzentheile Fluctuationen erleidet, die sich in der vermehrten Kohlensäureproduction kundgeben, allerdings verhalten sich, wie vorauszusehen war, die verschiedenen Pflanzen und Pflanzentheile in Bezug auf das Maass der Steigerung und nach der Dauer des Versuchs sehr verschieden.

Nachstehende Zahlen zeigen die Athmungssteigerung, wie sie in, vor und 2 Stunden nach der Verletzung sich im Durchschnitt pro Stunde herausstellt:

	unverletzt mg CO_2	verletzt mg CO_2
Keimlinge von Zea Mays . . .	15,5	17,0
» » Brassica Napus .	25,8	30,6
» » Helianthus annuus .	21,2	22,6
» » Vicia faba . .	17,1	24,9
» » Phaseolus multiflorus	18,3	24,2
Blätter von Ilex aquifolium . .	5,3	9,3
Früchte von Datura stramonium .	16,0	20,0
Wurzeln von Pastinaca sativa . .	16,3	18,4
Rhizome von Acorus Calamus . .	14,2	23,2
Rhizome von Convallaria Polygonatum	18,9	20,3
Kartoffeln	3,5	15,9
Kartoffeln	6,0	15,8

Sehr unbedeutend ist die Steigerung für Zea Mays und Helianthus annuus, von 15,5 auf 17,0 resp. 21,2 auf 22,6 mg, namentlich, wenn man bedenkt, dass 1 mg noch in die Fehlergrenze hineinfällt. Am meisten vermehrte Kohlensäurebildung zeigen die Kartoffeln nach Verletzung, da dieselben in den beiden Versuchen zwischen 163 und 357 % schwankt[1]). Wurden die Versuche nach der Verletzung weiter ausgedehnt als 2 Stunden und nach Intervallen die producirte Kohlensäuremenge bestimmt, so wurde eine dreifache Erscheinung bemerkt. Entweder stieg die Menge hierbei während der ganzen Versuchsdauer, wie in Versuch 4 (Tabellenabschnitt C), oder sie sank, wie in Versuch 7 und 9, oder sie stieg anfangs und sank dann wie in Versuch 6, 8, 11, 12.

Zunächst blieb die Erscheinung einer fortdauernden Steigerung der Athmungsintensität ebenso unverständlich wie die Steigerung überhaupt, während das Sinken der Athmungsintensität, die bei Phaseolus innerhalb 8 Stunden, bei Pastinaca sativa, Datura stramonium innerhalb 7 Stunden unter die Athmungsgrösse im unverletzten Zustande herabsinkt, sich in einem langsamen Absterben der betreffenden Theile erklären könnte. Bei der Kartoffel war diese allmähliche Steigerung recht beträchtlich, so stieg sie von 15,9 auf 37,1 mg in Versuch 11 und von 15,8 auf 23,4 in Versuch 12.

Fragt man nach der Ursache der Athmungssteigerung, so können zunächst zwei Erklärungen in Frage gezogen werden, entweder die Verletzung der athmenden Pflanzentheile bewirkt durch Vergrösserung der absorbirenden Oberfläche eine gesteigerte Sauerstoffzufuhr, oder aber die Verletzung wirkt gleichsam als Reiz, indem durch dieselbe Processe eingeleitet werden, welche mit einer Athmungssteigerung Hand in Hand gehen. Hier mag nur erwähnt sein, dass allgemein lebhaft wachsende Pflanzentheile eine intensive Athmungsthätigkeit zeigen. Wachsthumsvorgänge werden aber unbedingt durch Verletzungen eingeleitet, wie das aus den Ueberwallungen in den Rinden der Bäume und aus der Korkbildung zerschnittener Kartoffeln hervorgeht. Es galt jetzt zu entscheiden, ob eine der beiden aufgestellten Möglichkeiten die Ursache der Erscheinung ist. Als geeignetes Material waren solche Objecte vorzuziehen, in welchen die Kohlensäureproduction unverletzter und verletzter Objecte recht bedeutende Differenzen ergeben hatte. Es sind deshalb die folgenden Untersuchungen vorwiegend mit Kartoffeln, einem für den Zweck besonders günstigen Materiale, angestellt worden.

Ist die Vergrösserung der Oberfläche, wodurch eine vermehrte Sauerstoffzufuhr ermöglicht würde, die Ursache der gesteigerten Athmung, so muss dieselbe wieder annähernd auf das Maass derjenigen im unverletzten Zustande zurückgehen, wenn die frühere Oberfläche wiederhergestellt wird. Ich liess deshalb Kartoffeln einige Zeit im unverletzten Zustande

---

1) Dasselbe beobachtete Böhm. Er fand, dass die Athmungsintensität unverletzter Kartoffeln weit von der verletzter übertroffen wurde. (Bot. Zeit. 1887, p. 685.)

athmen, darauf wurden dieselben in Scheiben zerschnitten, die Scheiben einseitig ausgehöhlt, um ein festes Zusammenkleben der Wundflächen zu meiden, fest zusammengebunden und die Wundränder mit 10 % Gelatinelösung überzogen. Nachdem die Kartoffeln in diesem Zustand einige Zeit geathmet hatten, wurden sie aus einander genommen und die Kohlensäurebildung der einzelnen Scheiben gemessen. Wie die beiden nachstehenden Versuche zeigen, hat freilich auch für die wieder zusammengebundenen Scheiben eine Athmungssteigerung stattgefunden, aber weitaus nicht so mächtig als bei den getrennten Scheiben.

Versuch vom 16. Juli 1889.

7 Kartoffeln, 71,5 g, Versuchsdauer 1 Stunde, Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

8h 50′— 9h 50′ früh	3,6	4,8 mg CO_2 pro Stunde.
9h 50′—10h 50′ »	4,9	
10h 50′—11h 50′ »	6,0	

b) verletzt, Knollen in 4 Scheiben zerschnitten, diese einseitig flach ausgehöhlt und die Schnittflächen abgetrocknet, die einzelnen Theile wieder zusammengebunden und mit 10 % ½ mm dicker, neutralisirter Gelatinelösung an den Wundrändern bedeckt:

12h 30′—1 h 30′	8,0	10,5 mg CO_2 pro Stunde.
1 h 30′—2 h 30′	13,1	

c) die Knollentheile frei in den Recipienten eingelegt:

3 h 45′—4 h 45′	16,8	17,6 mg CO_2 pro Stunde.
4 h 45′—5 h 45′	18,0	
5 h 45′—6 h 45′	18,1	

Versuch vom 23. Juli 1889.

7 Kartoffeln, 65,3 g, Versuchsdauer 1 Stunde, Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

6 h 5′—7 h 5′ Vorm.	4,8	4,3 mg CO_2 pro Stunde.
7 h 5′—8 h 5′ »	3,7	

b) verletzt etc., wie im vorigen Versuch:

9—10 h Vorm.	8,9	9,5 mg CO_2 pro Stunde.
10—11 h »	10,0	
11—12 h »	9,5	

c) Knollen frei in den Recipienten eingelegt:

3 h 40′—4 h 40′ Nachm.	24,9	25,7 mg CO_2 pro Stunde.
4 h 40′—5 h 40′ »	26,4	

Die Versuche scheinen dafür zu sprechen, dass eine Vergrösserung der absorbirenden Oberfläche die Athmungsintensität steigert, wenngleich dieselben nicht ausreichen, die Frage definitiv zu entscheiden. Man könnte gegen diese Versuche den Einwurf machen, dass durch die Gelatinelösung in höherem Maasse das Eindringen des Sauerstoffes gehemmt würde, als durch den Korkmantel. Dazu wurde geprüft, ob die Athmungsgrösse herabgesetzt wird bei unverletzten, vollständig mit Gelatine überzogenen Objecten. Nach der hier mitgetheilten kleinen Zusammenstellung ist eine derartige Hemmung durch 10 % Gelatine nicht zu bemerken:

Objecte.	t °C	Ohne Gelatineüberzug mg CO_2 pro Stunde	Mit neutralis. 10 % Gelatinelösung bedeckt mg CO_2 pro Std.
9 Kartoffeln, 104 g . .	18,0—18,6	2,5	2,2
Blätter von Quercus lusitanica, 8,2 g	19,5—19,7	8,3	7,8
Blätter von Populus tremula, 8,2 g	19,0—19,4	6,0	6,4

Für jedes Object wurde die Kohlensäureausscheidung dreimal nach je 1 Stunde erst ohne, dann mit Gelatineüberzug bestimmt und dann das Mittel genommen.

Es wurde also von Kartoffeln, Blättern von Quercus lusitanica und Populus tremula die normale Kohlensäurebildung bestimmt und dann die Messung, wenn die Objecte mit 10 % Gelatine bedeckt waren, wiederholt. Die Zahlen lassen einen wesentlichen Einfluss des Gelatinemantels nicht erkennen, die kleinen Abweichungen in den Mengen der producirten Kohlensäure liegen innerhalb der Fehlergrenze. Es bestätigen also diese Versuche, was schon auf anderem Wege von Voigtländer nachgewiesen worden ist, dass die Gelatine die Diffusion der Gase nicht beeinflusst[1]).

Die Versuche 15 und 16 (Tabelle α) bestätigen übrigens das oben Gesagte, dass nach Zusammenfügen der zerschnittenen Theile und Verschluss der Wundränder durch Gelatine die Athmungsintensität bedeutend herabgedrückt wird. Ausgestossene Kartoffelcylinder gaben mit dem Knollenrest, in dem sie wieder eingefügt wurden, nach Bedecken der Wundränder mit einer dicken 30 % Gelatineschicht im Durchschnitt pro Stunde 4,3 mg, nach Entfernung derselben 12,5 mg. Dieser Umstand lässt jedenfalls erkennen, dass es sich hier nicht um eine Vergrösserung der absorbirenden Oberfläche handelt, und da die Gelatine nach den mitgetheilten Versuchen der Gasdiffusion kein Hinderniss ist, müsste die producirte Kohlensäuremenge in beiden Fällen gleich gross sein. Vielleicht kommt doch die Dicke der Gelatineschicht — sie betrug im letzten

---

1) Ueber Diffusion in Agargallerte. Inaugural-Dissertation. Leipzig 1889. Verlag von W. Engelmann. p. 22.

Falle 2 mm — und vielleicht von einem bestimmten Concentrationsgrade an in Betracht, sonst sind mir die Versuchsergebnisse einfach unverständlich.

Es bietet sich noch ein zweiter Weg, der zur Einsicht führen kann, ob die Vergrösserung der Oberfläche die Ursache der erhöhten Kohlensäureproduction ist, oder ob hier eine Reizerscheinung in dem oben erörterten Sinne vorliegt. Ruft die Verletzung als solche im Plasma derartige Veränderungen hervor, dass der Athmungsprocess lebhafter wird, so ist zu erwarten, dass sich dieser Einfluss auch auf die intramoleculare Athmung erstreckt. Schliesst man den Sauerstoff der Luft aus, und lässt die Pflanzen etwa in Wasserstoff athmen, so müsste bei Verletzung die intramoleculare Athmung grösser sein als im unverletzten Zustande. Zwei einschlägliche Versuche mit Kartoffeln führten jedoch zu entgegengesetzten Ergebnissen. In dem ersten Versuche bildeten die Kartoffeln unverletzt in Luft 4,0 mg pro Stunde, verletzt in Luft 7,0 mg, darauf in Wasserstoff in den beiden ersten Stunden pro Stunde 14 mg, in den folgenden beiden Stunden aber nur 5,4 mg Kohlensäure.

Im zweiten Versuche wurden die Objecte unmittelbar nach ihrer Verletzung in Wasserstoff gebracht und athmeten da nicht wesentlich stärker als im unverletzten Zustande in Luft. Die von 7 Kartoffeln producirte Kohlensäuremenge betrug im unverletzten Zustande 6,5 mg pro Stunde, nach Verletzung in Wasserstoff in sechs Bestimmungen nach je einer Stunde durchschnittlich 6,2 mg.

Entscheiden können natürlich diese beiden Versuche die Frage nicht. Der Widerspruch zwischen denselben ist vielleicht darin begründet, dass bei dem ersten Versuch, wo die Objecte vor der intramolecularen Athmung erst 2 Stunden in Luft athmeten, genügend Sauerstoff der Atmosphäre aufgenommen wurde, dass die mit einer allmählichen Athmungssteigerung Hand in Hand gehenden Processe eingeleitet werden konnten und dass dieselben dann noch eine Zeit lang in Wasserstoff fortdauerten.

Es muss also umfangreicheren Untersuchungen überlassen bleiben, die Ursachen der Athmungssteigerung aufzudecken, mit dem Ausmalen von Möglichkeiten allein kann dies aber nicht erreicht werden. Wenigstens haben die mitgetheilten Versuche die Thatsache ausser allen Zweifel gestellt, dass durch Verletzung eine Athmungssteigerung hervorgerufen wird, und die übrigen beiläufigen Versuche können vielleicht als Wegweiser für weitere Forschungen dienen.

In den bisherigen Betrachtungen wurden die Athmungsverhältnisse nur insofern berücksichtigt, als ausschliesslich die Kohlensäureproduction gemessen wurde. Hiermit ist jedoch der Athmungsprocess nicht erschöpft, da ja wesentlich der Sauerstoff in Betracht kommt und aus der Kohlensäureproduction noch kein Schluss auf die Sauerstoffaufnahme gezogen werden kann. Mit der vermehrten Kohlensäureproduction in Folge von

Verletzung könnte sich auch das Verhältniss von Sauerstoffaufnahme zur Kohlensäurebildung, der Respirationsquotient, ändern.

Es wurde deshalb in einigen Versuchen für Kartoffeln und für Tulpenzwiebeln das Verhältniss von Kohlensäure zum Sauerstoff im unverletzten und verletzten Zustande mit dem Apparat (s. Fig. I) und nach der Bonnier-Manginschen Gasanalyse bestimmt in der bereits früher mitgetheilten Weise. Die letzte Tabelle des Versuchsabschnittes giebt die ausführliche Darstellung der erwähnten Versuche. Der Respirationsquotient ist, wie man aus demselben erkennen kann, bei verletzten Pflanzentheilen bedeutend kleiner als bei unverletzten:

	unverletzt $\frac{CO_2}{O}$	verletzt
Kartoffeln I.	0,79	0,53
» II.	0,77	0,19
» III.	0,71	0,39
Tulpenzwiebeln	0,92	0,70

Aus diesen Zahlen ist für die genannten Objecte zu entnehmen, dass, da die Kohlensäureproduction im verletzten Zustande weit ausgiebiger ist als im unverletzten, dass der Sauerstoff in jenem Zustande in sehr viel grösserem Maasse als in diesem aufgenommen wird. Durch die Verletzung nimmt also in den oberen Pflanzen die Athmungsenergie wesentlich zu, und zwar in der Weise, dass der Sauerstoffconsum in höherem Grade wächst als die Kohlensäureproduction. Natürlich geben die angeführten Untersuchungen keinen Aufschluss darüber, welcher Art die hier stattfindenden Oxydationen sind, auch wäre noch durch weitere Versuche festzustellen, ob die Verschiebung der Relation in obigem Sinne allgemein zutreffend ist. Nach den mitgetheilten Versuchen aber, welche ein bedeutendes Sinken des Respirationsquotienten durch Verletzung erkennen lassen, wird man die Athmungssteigerung gleichsam als eine Art Reizerscheinung auffassen und nicht allein in der vermehrten Sauerstoffzufuhr die Ursache suchen. Im letzteren Falle wäre eine Athmungssteigerung wohl erklärlich, aber eine Veränderung des Respirationsquotienten nicht recht verständlich. Jedenfalls wird es noch eingehenderer Versuche bedürfen, um diese interessante Erscheinung auf ihren causalen Zusammenhang zurückzuführen.

A.

Vergleichende Versuche über Kohlensäureproduction bei normaler und intramolecularer Athmung.

Zu diesen einleitenden Versuchen, welche hier nebenbei mitgetheilt werden, wurde der Pettenkofer-Pfeffersche Athmungsapparat benutzt (vgl. »Versuchsmethode« Seite 3).

1. Versuch.

Keimlinge von *Pisum sativum*, 150 ccm, Wurzell. 2—5 mm, t 18,8—19,4° C
Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	30,7	31,15 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	31,6	
H	1. Stunde	30,0	28,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	26,4	
Luft	1. Stunde	34,4	33,1 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	31,8	

$$\frac{J}{N} = 0{,}875.$$

2. Versuch.

Keimlinge von *Brassica Napus*, 100 ccm, Wurzell. 5—20 mm, t 19,8—20° C.
Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	25,2	24,8 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	24,3	
H	1. Stunde	9,3	9,1 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	9,8	
Luft	1. Stunde	20,4	23,8 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	26,1	

$$\frac{J}{N} = 0{,}374.$$

3. Versuch.

Keimlinge von *Helianthus annuus*, 200 ccm, Wl. 5—8 mm, t 22,5—23,0° C.
Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	28,5	27,7 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	26,9	
H	1. Stunde	10,4	10,1 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	9,8	
Luft	1. Stunde	29,4	30,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	31,0	

$$\frac{J}{N} = 0{,}348.$$

4. Versuch.

Keimlinge von *Helianthus annuus*, 200 ccm, Wl. 15—20 mm, t 16,4—17,0° C.
Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	25,1	25,6 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	26,2	

$$\text{H}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}13{,}2\\ 12{,}4\end{array}\right\} 12{,}8\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\text{Luft}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}18{,}5\\ 24{,}2\end{array}\right\} 21{,}4\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\frac{J}{N} = 0{,}502.$$

5. Versuch.

Keimlinge von *Triticum vulgare*, 200 ccm, Wl. 1—3 mm, t 19,6—20,0° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

$$\text{Luft}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}22{,}3\\ 24{,}0\end{array}\right\} 23{,}2\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\text{H}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}15{,}8\\ 11{,}5\end{array}\right\} 13{,}7\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\text{Luft}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}20{,}2\\ 22{,}0\end{array}\right\} 21{,}1\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\frac{J}{N} = 0{,}591.$$

6. Versuch.

Keimlinge von *Triticum vulgare*, 200 ccm, Wl. 10—12 mm, t 20,0—20,3° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

$$\text{Luft}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}28{,}2\\ 26{,}5\end{array}\right\} 27{,}4\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\text{H}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}10{,}2\\ 12{,}2\end{array}\right\} 11{,}2\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\text{Luft}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}25{,}0\\ 25{,}4\end{array}\right\} 25{,}2\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\frac{J}{N} = 0{,}416.$$

7. Versuch.

Blüthenstände von *Cornus mas*, im Aufbrechen begriffen, 200 ccm, t 21,0—21,9° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 2,5 Liter pro Stunde.

$$\text{Luft}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}24{,}6\\ 23{,}8\end{array}\right\} 24{,}3\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\text{H}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}15{,}2\\ 10{,}8\end{array}\right\} 13{,}0\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

$$\text{Luft}\left\{\begin{array}{l}\text{1. Stunde}\\ \text{2. Stunde}\end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r}28{,}4\\ 25{,}6\end{array}\right\} 27{,}0\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

8. Versuch.

Blüthenstände von *Cornus mas*, aufgeblüht, 200 ccm, t 20,5—21,2° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 2,5 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	18,6	19,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	19,7	
H	1. Stunde	13,4	13,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	13,0	
Luft	1. Stunde	24,2	22,5 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	20,8	

9. Versuch.

Junge Zweigspitzen von *Picea nigra*, 200 ccm, t 19,2—19,8° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 2 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	32,4	28,1 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	23,8	
H	1. Stunde	8,7	7,5 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	6,3	
Luft	1. Stunde	28,0	31,7 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	35,4	

$$\frac{J}{N} = 0,251.$$

10. Versuch.

Zweigspitzen von *Picea nigra*, 200 ccm, t 19,8—20,0° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	22,4	22,7 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	23,0	
H	1. Stunde	12,8	12,7 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	12,6	
Luft	1. Stunde	24,1	24,4 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	24,6	

$$\frac{J}{N} = 0,538.$$

11. Versuch.

Zweigspitzen von *Picea nigra*, 200 ccm, t 19,0—19,8° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	14,8	15,3 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	15,8	
H	1. Stunde	8,2	9,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	10,2	

Luft	1. Stunde	12,4	13,1 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	13,8	

$$\frac{J}{N} = 0{,}648.$$

12. Versuch.

5 junge Exemplare von *Bovista tunicata*, 4,8 g, t 17,0—17,4° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	18,4	16,7 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	15,0	
H	1. Stunde	7,7	8,1 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	8,5	
Luft	1. Stunde	19,1	17,8 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	16,5	

$$\frac{J}{N} = 0{,}462.$$

13. Versuch.

5 ältere Exemplare von *Bovista tunicata*, 2,9 g, t 18,8—19,3° C. Versuchsdauer 1 Stunde. Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Luft	1. Stunde	5,4	6,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	7,0	
H	1. Stunde	3,5	3,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	2,9	
Luft	1. Stunde	8,2	6,6 mg CO_2 pro Stunde.
	2. Stunde	5,0	

$$\frac{J}{N} = 0{,}500.$$

B.

Kohlensäureproduction bei verminderter Sauerstoffspannung.

Zur Bestimmung der Kohlensäure in dieser Versuchsreihe diente wiederum der Pettenkofer-Pfeffersche Athmungsapparat. Die Gasgemische, bestehend aus Luft und Wasserstoff, wurden in einem geräumigen Gasometer gehalten und durch Kalilauge und Kaliumpermanganat-Lösung geleitet. Vor jeder Aenderung des Gasgemisches wurde der Pflanzenbehälter zwei- bis dreimal evacuirt und einige Zeit ein kräftiger Strom des Gemisches durch den Apparat geleitet.

1. Versuch. 26. 8. 89.

Fruchtstände von *Symphoricarpus ramosus*, 23 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7h 30'—8h 30' Vm.	17,9	18,2	15,1
	» 8h 30'—9h 30' »	18,0	12,0	
2 % O	Von 10—11h Vm.	17,0	7,0	6,1
	» 11—12h »	17,0	5,2	
4 % O	Von 12h 45'—1h 45' Nm.	17,3	6,5	6,6
	» 1h 45'—2h 45' »	17,4	6,7	
6 % O	Von 3h 10'—4h 10' Nm.	17,4	14,6	13,2
	» 4h 10'—5h 10' »	17,4	11,8	
8 % O	Von 6—7h Abd.	17,8	12,5	14,0
	» 7—8h »	17,8	15,5	
H	Von 8h 35'—9h 35' Abd.	17,8	7,2	6,1
	» 9h 35'—10h 35' »	17,8	5,0	

2. Versuch. 27. 8. 89.

Früchte von *Jasminum fruticans*, 43 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7—8h Vm.	18,1	12,2	11,6
	» 8—9h »	18,0	11,0	
2 % O	Von 9h 35'—10h 35' Vm.	17,8	9,2	11,4
	» 10h 35'—11h 35' »	17,8	13,6	
4 % O	Von 12—1h Nm.	18,0	12,7	11,7
	» 1—2h »	18,0	10,7	
8 % O	Von 2h 20'—3h 20' Nm.	18,0	10,7	12,0
	» 3h 20'—4h 20' »	18,2	13,3	
H	Von 5—6h Nm.	18,2	12,0	10,05
	» 6—7h »	18,0	8,1	
6 % O	Von 7h 15'—8h 15' Abd.	18,3	10,0	11,55
	» 8h 15'—9h 15' »	18,3	13,1	

3. Versuch. 1. 9. 89.

Früchte von *Sambucus nigra,* 52,0 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 6h5′—7h5′ Vm.	18,4	15,1	12,3
	» 7h5′—8h5′ »	18,4	9,5	
H	Von 8h40′—9h40′ Vm.	18,4	10,8	10,85
	» 9h40′—10h40′ »	18,4	10,9	
8 % *O*	Von 11—12h Vm.	18,2	13,3	14,4
	» 12—1h Nm.	18,2	15,5	
6 % *O*	Von 1h25′—2h25′ Nm.	18,1	14,2	14,0
	» 2h25′—3h25′ »	18,2	13,8	
4 % *O*	Von 3h50′—4h50′ Nm.	18,2	13,8	15,8
	» 4h50′—5h50′ »	18,2	17,8	
2 % *O*	Von 6h35′—7h35′ Abd.	18,2	17,1	13,5
	» 7h35′—8h35′ »	18,2	9,9	

4. Versuch. 2. 9. 89.

Früchte von *Hippophae rhamnoides*, 45 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 6h20′—7h20′ Vm.	20,1	23,5	19,4
	» 7h20′—8h20′ »	20,1	15,3	
H	Von 9h30′—10h30′ Vm.	20,1	18,5	16,3
	» 10h30′—11h30′ »	20,4	14,1	
8 % *O*	Von 2h20′—3h20′ Nm.	20,4	14,4	15,0
	» 3h20′—4h20′ »	20,7	15,6	
6 % *O*	Von 4h45′—5h45′ Nm.	20,3	16,6	17,7
	» 5h45′—6h45′ »	20,2	18,8	
4 % *O*	Von 7h55′—8h55′ Abd.	19,8	12,9	11,8
	» 8h55′—9h55′ »	19,2	10,7	
2 % *O*	Von 10h5′—11h5′ Abd.	19,4	10,6	8,8
	» 11h5′—12h5′ »	19,0	7,6	

5. Versuch. 9. 9. 89.

6 reife Früchte von *Prunus domestica*, 80 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 6 h 50′—7 h 50′ Vm.	18,2	14,5	13,5
	» 7 h 50′—8 h 50′ »	18,2	12,5	
H	Von 9 h 5′—10 h 5′ Vm.	18,2	10,1	8,5
	» 10 h 5′—11 h 5′ »	18,0	6,2	
8 % *O*	Von 11 h 30′—12 h 30′ Vm.	18,4	14,9	13,0
	» 12 h 30′—1 h 30′ Nm.	18,4	11,1	
6 % *O*	Von 2 h 10′—3 h 10′ Nm.	18,4	11,8	12,4
	» 3 h 10′—4 h 10′ »	18,4	13,0	
4 % *O*	Von 4 h 45′—5 h 45′ Nm.	18,0	17,3	14,1
	» 5 h 45′—6 h 45′ »	17,8	10,9	
2 % *O*	Von 7—8 h Abd.	18,3	16,4	15,95
	» 8—9 h »	18,6	15,5	

6. Versuch. 28. 8. 89.

Aufbrechende Blüthen von *Cacalia verbascifolia*, 32,5 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod CO_2 mg
Luft	Von 5 h 40′—6 h 40′ Vm.	18,4	22,4	21,4
	» 6 h 40′—7 h 40′ »	18,4	20,4	
8 % *O*	Von 8—9 h Vm.	18,4	21,4	22,3
	» 9—10 h »	18,4	23,2	
6 % *O*	Von 10 h 15′—11 h 15′ Vm.	18,9	23,8	20,95
	» 11 h 15′—12 h 15′ Nm.	18,6	18,1	
4 % *O*	Von 12 h 50′—1 h 50′ Nm.	18,4	20,0	17,7
	» 1 h 50′—2 h 50′ »	18,4	15,4	
2 % *O*	Von 3 h 20′—4 h 20′ Nm.	18,4	15,2	12,9
	» 4 h 20′—5 h 20′ »	18,4	10,6	
H	Von 6 h 10′—7 h 10′ Abd.	17,6	10,1	9,9
	» 7 h 10′—8 h 10′ »	17,5	9,7	

7. Versuch. 29. 8. 89.

42 aufbrechende Blüthenknospen von *Anemone japonica*, 29 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7h 10′—8h 10′ Vm.	18,8	22,8	21,0
	» 8h 10′—9h 10′ »	18,8	19,2	
8 °/₀ *O*	Von 9h 25′—10h 25′ Vm.	18,8	18,5	21,0
	» 10h 25′—11h 25′ »	18,8	23,5	
6 °/₀ *O*	Von 11h 35′—12h 35′ Nm.	18,2	21,5	19,8
	» 12h 35′—1h 35′ »	18,7	18,1	
4 °/₀ *O*	Von 2h 30′—3h 30′ Nm.	18,7	16,9	18,2
	» 3h 30′—4h 30′ »	18,7	19,5	
2 °/₀ *O*	Von 4h 50′—5h 50′ Nm.	18,1	20,1	20,1
	» 5h 50′—6h 50′ »	18,6	20,1	
H	Von 7h 20′—8h 20′ Abd.	18,3	16,0	14,1
	» 8h 20′—9h 20′ »	17,9	12,2	

8. Versuch. 30. 8. 89.

26 Blüthen von *Stenactis annua*, 23 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7—8h Vorm.	18,2	19,3	18,2
	» 8—9h »	18,2	17,1	
8 °/₀ *O*	Von 9h 20′—10h 20′ Vm.	18,2	17,5	×
	» 10h 20′—11h 20′ »	18,2	×1)	
4 °/₀ *O*	Von 11h 50′—12h 50′ Nm.	18,4	17,8	15,9
	» 12h 50′—1h 50′ »	17,9	14,0	
6 °/₀ *O*	Von 2h 15′—3h 15′ Nm.	18,0	19,4	17,4
	» 3h 15′—4h 15′ »	18,0	15,4	
2 °/₀ *O*	Von 4h 35′—5h 35′ Nm.	18,3	11,3	10,7
	» 5h 35′—6h 35′ »	17,8	10,1	
H	Von 7h 25′—8h 25′ Abd.	17,8	10,5	10,35
	» 8h 25′—9h 25′ »	17,8	10,2	

---

1) verunglückt.

9. Versuch. 4. 9. 89.

42 Keimlinge von *Helianthus annuus*, 7 g, Wurzellänge 1—8 mm; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 5h30′—6h30′ Vm.	18,1	13,6	12,3
	» 6h30′—7h30′ »	18,4	11,0	
8 °/o O	Von 7h55′—8h55′ Vm.	18,4	14,2	15,8
	» 8h55′—9h55′ »	17,9	17,4	
6 °/o O	Von 10h10′—11h10′ Vm.	17,9	15,7	15,3
	» 11h10′—12h10′ »	18,0	14,9	
4 °/o O	Von 1h5′—2h5′ Nm.	18,4	13,0	14,0
	» 2h5′—3h5′ »	18,4	15,0	
2 °/o O	Von 3h20′—4h20′ Nm.	18,4	13,6	12,3
	» 4h20′—5h20′ »	17,8	11,0	
H	Von 5h55′—6h55′ Abd.	17,8	9,1	8,6
	» 6h55′—7h55′ »	17,6	8,1	

10. Versuch. 9. 9. 89.

Keimlinge von *Brassica Napus*, 120 ccm, Wurzellänge 2, 5, 3 cm, 52 g.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 6h30′—7h30′ Vm.	19,2	26,5	25,55
	» 7h30′—8h30′ »	19,2	24,6	
8 °/o O_2	Von 9h25′—10h25′ Vm.	19,2	24,1	26,1
	» 10h25′—11h25′ »	19,0	28,1	
6 °/o O_2	Von 11h40′—12h40′ Vm.	19,0	26,7	26,0
	» 12h40′—1h40′ Nm.	19,0	25,3	
4 °/o O_2	Von 2—3h Nm.	19,3	25,0	24,9
	» 3—4h »	19,3	24,8	
2 °/o O_2	Von 4h15′—5h15′ Nm.	19,3	21,6	20,1
	» 5h15′—6h15′ »	19,3	18,6	
H	Von 6h35′—7h35′ Abd.	19,1	15,8	13,2
	» 7h35′—8h35′ »	19,1	10,6	

11. Versuch. 10. 9. 89.

50 Keimlinge von *Lupinus albus*, 48,3 g, Wl. 0,5—1,5 cm; Luftstrom 2,5 Liter pro Std.; Versuchsd. 1 Std., im 3. Abschnitt des Versuchs ¹/₂ Std.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Std. resp. ¹/₂ Std. mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7h30′—8h30′ Vm.	19,1	18,5	20,4
	» 8h30′—9h30′ »	19,0	22,3	
8 °/₀ *O*	Von 9h50′—10h50′ Vm.	18,7	19,9	19,8
	» 10h50′—11h50′ »	18,7	19,7	
6 °/₀ *O*	Von 12h15′—12h45′ Nm.	18,7	10,3	18,4
	» 12h45′—1h15′ »	18,8	8,1	
2 °/₀ *O*	Von 2—3h Nm.	18,8	19,6	19,85
	» 3—4h »	18,8	20,1	
H	Von 4h25′—5h25′ Nm.	19,0	21,3	20,9
	» 5h25′—6h25′ »	19,0	20,5	

12. Versuch. 11. 9. 89.

Keimlinge von *Triticum vulgare*, 32 g, Wl. 0,8—1,2 cm; Luftstrom 3 Ltr. pro Std.; Versuchsd. im 1. 2. 4. u. 5. Abschn. 1 Std., im 3. ¹/₂ Std.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Std. resp. ¹/₂ Std. mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7h10′—8h10′ Vm.	18,2	13,7	13,1
	» 8h10′—9h10′ »	18,2	12,5	
8 °/₀ *O*	Von 9h25′—10h25′ Vm.	18,2	12,7	14,4
	» 10h25′—11h25′ »	18,2	16,1	
6 °/₀ *O*	Von 12h—12h30′ Nm.	18,0	6,0	12,3
	» 12h30′—1h »	18,0	6,3	
2 °/₀ *O*	Von 3h10′—4h10′ Nm.	18,0	12,6	13,0
	» 4h10′—5h10′ »	18,5	13,4	
H	Von 5h40′—6h40′ Nm.	18,5	8,5	6,8
	» 6h40′—7h40′ »	18,5	5,1	

13. Versuch. 12. 9. 89.

50 Keimlinge von *Vicia faba*, 66 g, Wurzell. 5 mm; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; Versuchsdauer 1 Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 6h 10′—7h 10′ Vm.	20,2	16,4	16,3
	» 7h 10′—8h 10′ »	20,2	16,2	
H	Von 8h 30′—9h 30′ Vm.	20,5	17,0	16,5
	» 9h 30′—10h 30′ »	20,5	16,0	
2 °/o *O*	Von 1h 5′—2h 5′ Nm.	20,5	15,9	15,9
	» 2h 5′—3h 5′ »	20,1	15,9	
6 °/o *O*	Von 3h 15′—4h 15′ Nm.	20,1	15,5	16,3
	» 4h 15′—5h 15′ »	20,1	17,1	
8 °/o *O*	Von 5h 45′—6h 45′ Nm.	20,0	14,3	15,25
	» 6h 45′—7h 45′ »	20,0	16,2	

14. Versuch. 13. 9. 89.

30 Keimlinge von *Lupinus albus*, 26 g, Wurzellänge 1—5 mm; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; Versuchsdauer 1 Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 8h 10′—9h 10′ Vm.	17,2	12,2	11,55
	» 9h 10′—10h 10′ »	17,2	10,9	
2 °/o *O*	Von 10h 45′—11h 45′ Vm.	17,2	13,5	13,35
	» 11h 45′—12h 45′ »	16,9	13,2	
H	Von 2h 10′—3h 10′ Nm.	16,9	10,5	12,15
	» 3h 10′—4h 10′ »	16,9	13,8	

15. Versuch. 15. 9. 89.

25 Keimlinge von *Ricinus communis*, 19,6 g, Wurzellänge 3—30 mm; Luftstrom 1,8 Liter pro Stunde; Versuchsdauer 1 Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 pro Stunde mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7h 30′—8h 30′ Vm.	17,4	10,8	9,5
	» 8h 30′—9h 30′ »	17,4	8,2	
H	Von 10h 30′—11h 30′ Vm.	17,4	9,0	10,2
	» 11h 30′—12h 30′ »	17,9	11,4	
2 °/o *O*	Von 2—3h Nm.	17,9	12,3	11,3
	» 3—4h »	17,9	10,3	

16. Versuch. 15. 9. 89.

Keimlinge von *Vicia sativa*, 18,2 g, Wurzell. 5—20 mm; Luftstrom 3 Ltr. pro Std.; Versuchsd. im 1. 2. u. 5. Abschn. 1 Std., im 3. 4. ½ Std.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	Von 7h 5'—8h 5' Vm.	18,0	7,1	9,2
	» 8h 5'—9h 5' »	18,0	11,3	
8 °/₀ *O*	Von 10h 5'—11h 5' Vm.	18,4	6,8	7,2
	» 11h 5'—12h 5' »	18,4	7,6	
4 °/₀ *O*	Von 2h 10'—2h 40' Nm.	18,4	4,3	10,5
	» 2h 40'—3h 10 »	18,7	6,2	
2 °/₀ *O*	Von 4h 30'—5h Nm.	18,7	5,1	10,0
	» 5h—5h 30' »	18,7	4,9	
H	Von 5h 50'—6h 50' Abd.	18,7	3,4	3,6
	» 6h 50'—7h 50' »	18,7	3,8	

17. Versuch. 16. 9. 89.

5 Exemplare von *Cantharellus tubaeformis*, 19 g, Luftstr. 2,5 Ltr. pro Std.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	1 h	6h—7h Vorm.	18,2	27,8	26,2
		7h—8h »	18,2	24,6	
H	1 h	8h 35'—9h 35' Vorm.	18,2	19,5	16,0
		9h 35'—10h 35' »	18,2	12,5	
Luft	1 h	11h 50'—12h 50' Nachm.	18,2	24,2	23,1
		12h 50'—1h 50' »	18,2	22,0	

5 Exemplare von *Cantharellus tubaeformis*, 21,2 g, Luftstr. 2,5—3 Ltr. pro Std.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	½ h	2h—2h 30' Nachm.	18,8	14,0	24,1
		2h 30'—3h »	18,8	10,1	
2 °/₀ *O*	1 h	3h—3h 30' Nachm.	18,8	25,0	27,7
		3h 30'—4h »	19,0	20,3	
Luft	½ h	5h 25'—5h 55' Nachm.	19,0	10,7	21,6
		5h 55'—6h 25' »	19,0	10,6	

18. Versuch. 17. 9. 89.

5 Exemplare von *Agaricus fascicularis*, 18 g; Luftstr. 2,5 Ltr. pro Stunde.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	½ h	6 h – 6 h 30′ Vorm.	17,4	12,2	25,8
		6 h 30′ – 7 h »	17,4	13,6	
H	1 h	8 h 10′ – 9 h 10′ Vorm.	17,6	16,9	14,4
		9 h 10′ – 10 h 10′ »	17,6	11,9	
Luft	½ h	10 h 45′ – 11 h 15′ Vorm.	17,6	12,8	24,2
		11 h 15′ – 11 h 45′ »	17,6	11,4	

5 Exemplare von *Agaricus fascicularis*, 17,2 g; Luftstr. 3 Ltr. pro Stunde.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	½ h	1 h 40′ – 2 h 10′ Nachm.	17,5	15,0	28,3
		2 h 10′ – 2 h 40′ »	17,5	13,3	
2 % *O*	1 h	3 h 20′ – 4 h 20′ Nachm.	17,5	24,0	23,3
		4 h 20′ – 5 h 20′ »	17,7	22,6	
Luft	½ h	5 h 50′ – 6 h 20′ Nachm.	17,7	13,9	29,1
		6 h 20′ – 6 h 50′ »	17,7	15,2	

19. Versuch. 29. 9. 89.

11 Exemplare von *Flammula sapinea*, 13 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	1 h	2 h – 3 h Nachm.	20,2	17,2	16,8
		3 h – 4 h »	20,2	16,3	
2 % *O*	½ h	4 h 20′ – 4 h 50′ Nachm.	20,6	5,2	9,5
		4 h 50′ – 5 h 10′ »	20,5	4,3	
Luft	1 h	5 h 20′ – 6 h 20′ Nachm.	19,7	9,0	10,7
		6 h 20′ – 7 h 20′ »	19,7	12,4	

20. Versuch. 25. 9. 89.

11 Exemplare von *Proteus nanus*, 32 g; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	1 h	1 h 10′—2 h 10′ Nachm.	18,5	12,2	15,2
		2 h 10′—3 h 10′ »	18,1	18,1	
2 °/₀ *O*	½ h	3 h 40′—4 h 10′ Nachm.	18,2	7,3	13,7
		4 h 10′—4 h 40′ »	18,2	6,4	
Luft	1 h	5 h 20′—6 h 20′ Nachm.	18,2	21,2	21,5
		6 h 20′—7 h 20′ »	18,2	21,8	

21. Versuch. 26. 9. 89.

42 Keimlinge von *Cucurbita melanospermum*, Wurzellänge 2—20 mm.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
20,8 °/₀ *O*	1 h	6 h 10′—7 h 10′ Vorm.	17,0	13,6	15,3
		7 h 10′—8 h 10′ »	17,0	17,0	
2 °/₀ *O*	½ h	8 h 40′—9 h 10′ Vorm.	17,2	6,2	10,8
		9 h 10′—9 h 40′ »	17,0	4,6	
1 °/₀ *O*	½ h	10 h 15′—10 h 45′ Vorm.	16,7	6,9	13,7
		10 h 45′—11 h 15′ »	16,7	5,8	
H	1 h	2 h—3 h Nachm.	16,7	6,0	6,3
		3 h—4 h »	16,8	6,6	

22. Versuch. 27. 9. 89.

70 gequollene Erbsen, 54 g; Luftstrom 2,5—3 Liter pro Stunde.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	1 h	7 h 20′—8 h 20′ Vorm.	17,8	14,3	15,0
		8 h 20′—9 h 20′ »	17,8	15,7	
2 °/₀ *O*	½ h	10 h—10 h 30′ Vorm.	17,8	16,2	14,1
		10 h 30′—11 h »	17,4	12,0	
1 °/₀ *O*	½ h	11 h 25′—11 h 55′ Vorm.	17,4	14,4	14,7
		11 h 55′—12 h 25′ »	17,4	15,0	
H	1 h	2 h 30′—3 h 30′ Nachm.	17,4	9,6	10,5
		3 h 30′—4 h 30′ »	17,6	11,4	

23. Versuch. 28. 9. 89.

50 Keimlinge von *Zea Mays*, 68 g; Wurzellänge 5—15 mm; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	1 h	8h—9h Vorm. 9h—10h »	18,3 18,3	21,8 17,8	19,8
2 % *O*	½ h	10h 30′—11h Vorm. 11h—11h 30′ »	18,3 18,3	5,7 4,6	10,3
1 % *O*	½ h	11h 50′—12h 20′ Nachm. 12h 20′—12h 50′ »	18,3 18,3	4,6 4,0	8,6
H	1 h	3h 10′—4h 10′ Nachm. 4h 10′—5h 10′ »	18,5 18,5	8,1 10,5	9,3

24. Versuch. 29. 9. 89.

Keimlinge von *Secale cereale*, 45,3 g; Wurzellänge 1—2 mm; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	V. D.	Zeit	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
Luft	1 h	8h 10′—9h 10′ Vorm. 9h 10′—10h 10′ »	18,6 18,6	10,4 10,0	10,2
2 % *O*	½ h	9h 25′—9h 55′ Vorm. 9h 55′—10h 25′ »	18,6 18,6	5,0 5,2	10,2
1 % *O*	½ h	11h—11h 30′ Vorm. 11h 30′—12h »	18,6 18,2	4,2 5,3	9,5
H	1 h	2h 50′—3h 50′ Nachm. 3h 50′—4h 50′ »	18,2 18,0	7,1 6,5	6,8

25. Versuch. 30. 9. 89.

10 Stengel von *Hippuris vulgaris*, 18 g; Versuchsdauer im 1. und 4. Abschnitte 1 Stunde, im 2. und 3. $^1/_2$ Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
20,8 $^0/_0$ *O*	Von 7h–8h Vm.	16,0	8,8	9,0
	» 8h–9h »	16,0	9,2	
2 $^0/_0$ *O*	Von 9h 15′–9h 45′ Vm.	16,5	4,1	9,2
	» 9h 45′–10h 15′ »	16,5	5,1	
1 $^0/_0$ *O*	Von 10h 40′–11h 10′ Vm.	16,5	3,3	6,4
	» 11h 10′–11h 40′ »	16,5	3,1	
H	Von 1h 40′–2h 40′ Nm.	16,7	8,3	7,5
	» 2h 40′–3h 40′ »	16,7	6,7	

26. Versuch. 1. 10. 89.

Trianea-Pflanzen, 13,5 g; Versuchsdauer im 1. und 4. Abschnitte 1 Stunde, im 2. und 3. $^1/_2$ Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

Medium	Versuchsdauer	t °C.	Prod. CO_2 mg	Durchschn. pro Stunde prod. CO_2 mg
20,8 $^0/_0$ *O*	Von 7h 5′–8h 5′ Vm.	17,4	8,6	7,9
	» 8h 5′–9h 5′ »	17,4	7,2	
2 $^0/_0$ *O*	Von 9h 40′–10h 10′ Vm.	17,4	3,5	6,6
	» 10h 10′–10h 40′ »	17,4	3,1	
1 $^0/_0$ *O*	Von 11h 5′–11h 35′ Vm.	17,4	1,2	2,7
	» 11h 35′–12h 5′ »	17,6	1,5	
H	Von 4h–5h Nm.	17,6	4,3	3,8
	» 5h–6h »	17,6	3,3	

C.

Ermittelung des Respirationsquotienten bei verminderter Sauerstoffspannung.

Apparat s. Figur I, Seite 5, Gasanalyse nach Bonnier-Mangin, s. o. Seite 7.

1) *Triticum vulgare.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
300 Keimlinge, Wl. 5—7 mm, 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,6	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	5,3	5,4	0,98
	18,6	Am Ende	500	473,5	421	5,3	15,4	79,3			
100 Keimlinge, Wl. 1—2 mm, 9,09 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,2	ZuBeginn	286	286	260	0,00	9,09	90,91	1,45	1,55	0,94
	18,3	Am Ende	345	340	314	1,45	7,54	91,01			
300 Keimlinge, Wl. 5—7 mm, 8,84 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	ZuBeginn	520	520	474	0,00	8,84	91,16	4,66	4,93	0,95
	18,4	Am Ende	536	511	490	4,66	3,91	92,43			
100 Keimlinge, Wl. 1 mm, 20,2 % O, Versuchsdauer 3 h.	17,5	ZuBeginn	463	463	368	0,00	20,52	79,48	1,84	2,0	0,90
	17,3	Am Ende	652	640	518	1,84	18,32	79,84			
Dieselben Objecte, 5 % O, Versuchsdauer 3 h.	17,2	ZuBeginn	328	328	310	0,00	5,5	94,5	1,2	1,3	0,93
	17,2	Am Ende	510	504	482,5	1,2	4,2	94,6			
200 Keimlinge, Wl. 1 mm, 3 % O, Versuchsdauer 3 h.	17,8	ZuBeginn	354	354	343	0,00	3,10	96,9	1,58	1,37	3,34
	18,0	Am Ende	586	559	541	4,58	1,73	93,79			
Dieselben Objecte, 3,02 % O 15 h durchgeleitet, Recipient geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	18,6	ZuBeginn	—	—	—	0,00	3,02	96,98	3,62	0,97	3,73
	18,4	Am Ende	680	656	642	3,62	2,05	94,33			

2) *Zea Mays.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
12 Keimlinge, Wl. 2—5 mm, 20,8 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	17,6	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	4,9	5,5	0,89
	17,6	Am Ende	530	504	423	4,9	15,3	79,8			
Dieselben Objecte, 9,1 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	17,4	Zu Beginn	587	587	533,5	0,00	9,1	90,9	4,5	4,4	1,02
	17,4	Am Ende	469	448	426	4,5	4,7	90,8			
10 Keimlinge, Wl. 5—10 mm, 20,8 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	18,2	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,8	3,0	0,93
	18,0	Am Ende	477	464	383	2,8	17,0	80,2			
Dieselben Objecte, 3,6 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	18,0	Zu Beginn	495	495	477	0,00	3,6	96,4	1,1	0,8	1,37
	18,0	Am Ende	622	615	595,5	1,1	2,8	96,1			
20 Keimlinge, Wl. 5—10 mm, 4,2 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	Zu Beginn	522	522	500	0,00	4,2	95,8	6,3	2,5	2,5
	18,2	Am Ende	410	384	367	6,3	1,7	92,0			
Dieselben Objecte, 12 h 5 °/₀ O durchgeleitet, Recipient geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt, Luftstrom 0,6 Liter pro Stunde.	18,6	Zu Beginn	—	—	—	0,00	5,0	95,0	5,0	3,7	1,35
	18,6	Am Ende	682	648	639	5,0	1,3	93,7			
Dieselben Objecte, 9,1 °/₀ O 24 h durchgeleitet, Recip. geschlossen, Luft nach 3 h best.	18,6	Zu Beginn	—	—	—	0,00	9,1	90,9	3,5	3,6	0,97
	18,9	Am Ende	483	466	439,5	3,5	5,5	91,0			

3) *Oryza sativa.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
100 Keimlinge, Wl. 2–3 mm, 20,8 % O Versuchsdauer 3 h.	17,5	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	3,7	4,3	0,86
	17,3	Am Ende	652	628	510	3,7	16,5	80,8			
Dieselben Objecte, 4,1 % O, 24 h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	17,8	Zu Beginn	632	632	606	0,00	4,1	95,9	4,6	2,0	2,3
	17,7	Am Ende	517	493	482	4,6	2,1	93,3			
50 Keimlinge, Wl: 2–3 mm, 8,0 % O_2, 18 h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	17,7	Zu Beginn	723	723	665	0,00	8,0	92,0	1,9	2,2	0,86
	17,3	Am Ende	586	575	541	1,9	5,8	92,3			

4) *Avena sativa.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
100 Keimlinge, Wl. 1—2 mm, 5,5 % O 24 h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3 h analysirt.	18,4	Zu Beginn	—	—	—	0,00	5,5	94,5	4,3	2,9	1,49
	18,1	Am Ende	597	571,5	556	4,3	2,5	92,2			
Dieselben Objecte, 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,1	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	5,4	6,8	0,89
	18,1	Am Ende	634	600	557	5,4	14,0	80,6			
100 Keimlinge, Wl. 4—8 mm, 10,0 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	Zu Beginn	702	702	632	0,00	10,0	90,0	3,8	4,0	0,95
	18,5	Am Ende	740	712	670	3,8	6,0	90,2			

5) *Pisum sativum.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 $^0/_0$	O $^0/_0$	N resp. H $^0/_0$	Gebild. CO_2 $^0/_0$	Absorb. O $^0/_0$	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
30 Keimlinge, Wl. 1 mm, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,8	Zu Beginn	763	763	605	0,00	20,80	79,2	2,3	2,8	0,83
	19,0	Am Ende	645	630	514	2,3	18,0	79,7			
Dieselben Objecte, 3,5 $^0/_0$ O 12 h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	19,0	Zu Beginn	685	685	661	0,00	3,5	96,5	3,0	1,3	2,31
	19,1	Am Ende	692	672	657	3,00	2,2	94,8			
Dieselben Objecte, 9,3 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	Zu Beginn	462	462	419	0,00	9,3	90,7	2,75	3,2	0,86
	18,8	Am Ende	504	490	459	2,75	6,1	92.15			

6) *Ervum Lens.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 $^0/_0$	O $^0/_0$	N resp. H $^0/_0$	Gebild. CO_2 $^0/_0$	Absorb. O $^0/_0$	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
60 Keimlinge, Wl. 1 mm, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	17,5	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	3,9	4,6	0,85
	17,4	Am Ende	454	436	362,5	3,9	16,2	79,9			
Dieselben Objecte, 3,7 $^0/_0$ O, Luft nach 3 h best.	17,0	Zu Beginn	572	572	550,5	0,00	3,7	96,3	4,0	2,0	2,00
	17,2	Am Ende	428	411	404	4,0	1,7	94,3			
Dieselben Objecte, 11,8 $^0/_0$ O 12 h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	17,3	Zu Beginn	—	—	—	0,00	11,8	88,2	3,4	4,8	0,70
	17,3	Am Ende	726	701,5	651	3,4	7,00	89,6			

7) *Secale cereale.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 $^0/_0$	O $^0/_0$	N resp. H $^0/_0$	Gebild. CO_2 $^0/_0$	Absorb. O $^0/_0$	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
60 Keimlinge, Wl. 2—8 mm, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,2	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,4	2,6	0,90
	18,2	Am Ende	574	561	457	2,4	18,2	79,4			
Dieselben Objecte, 1,7 $^0/_0$ O 24 h durchgeleitet, R.geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	18,2	ZuBeginn	—	—	—	0,0	1,7	98,3	1,7	0,15	11,33
	18,5	Am Ende	583	573	564	1,7	1,55	96,75			
Dieselben Objecte, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	1,6	1,6	1,0
	18,2	Am Ende	573	564	450	1,6	19,2	79,2			

8) *Lupinus albus.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 $^0/_0$	O $^0/_0$	N resp. H $^0/_0$	Gebild. CO_2 $^0/_0$	Absorb. O $^0/_0$	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
15 Keimlinge, Wl. 2—5 mm, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	17,8	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,80	79,2	4,6	5,5	0,80
	18,0	Am Ende	518	494	415	4,6	15,3	80,1			
Dieselben Objecte, 4,6 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,3	ZuBeginn	735	735	698	0,00	5,0	95,0	3,5	3,8	0,92
	18,3	Am Ende	658	635	628	3,5	1,2	95,3			
12 Keimlinge, Wl. 5—10 mm, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,0	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	4,3	4,9	0,83
	17,9	Am Ende	630	603	503	4,3	15,9	79,8			

8) *Lupinus albus* (Fortsetzung).

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
Dieselben Objecte, 0,0 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,3	ZuBeginn	—	—	—	0,00	0,00	100,0	4,2	—	—
	18,3	Am Ende	384	368	368	4,2	0,0	95,8			
20 Keimlinge, Wl. 10—12 mm, 3,3 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,2	ZuBeginn	630	630	609	0,00	3,3	96,7	3,7	1,8	2,06
	18,2	Am Ende	534	524	516	3,7	1,5	94,8			
Dieselben Objecte, 7,4 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,2	ZuBeginn	720	720	667	0,00	7,4	92,6	4,6	4,1	1,12
	18,2	Am Ende	744	711	681,5	4,6	3,3	92,1			

9) *Vicia faba.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
20 Keimlinge, Wl. 0,7—1 cm, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	17,2	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	7,6	7,2	1,06
	17,6	Am Ende	652	602,5	513	7,6	13,6	78,8			
Dieselben Objecte, 3,6 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	17,6	ZuBeginn	495	495	477	0,00	3,6	96,4	7,7	1,7	4,53
	17,6	Am Ende	412	380	372	7,7	1,9	90,4			
20 Keimlinge, Wl. 8—11 mm, 0,00 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3 h.	18,1	ZuBeginn	—	—	—	—	—	100,0	5,1	—	—
	17,9	Am Ende	484	459	459	5,1	—	94,9			

9) *Vicia faba* (Fortsetzung).

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 °/₀	O °/₀	N resp. H °/₀	Gebild. CO_2 °/₀	Absorb. O °/₀	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
Dieselben Objecte, 20,8 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	17,9	Zu Beginn	—	—	—	0,00	21,8	79,2	4,8	5,4	0,89
	18,0	Am Ende	630	600	503	4,8	15,4	79,8			
Dieselben Objecte, 7,3 °/₀ O 24 h durchgeleitet, Recip. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	18,4	Zu Beginn	—	—	—	0,00	7,3	92,7	3,85	4,5	0,85
	18,4	Am Ende	528	508	493	3,85	2,8	93,35			
20 Keimlinge, Wurzellänge 1—2 mm, 4,1 °/₀ O, Versuchsdauer 23 h.	18,8	Zu Beginn	632	632	606	0,00	4,1	95,9	4,6	2,0	2,3
	18,6	Am Ende	517	493	482	4,6	2,1	93,3			
Dieselben Objecte, 11,8 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	Zu Beginn	564	564	597	0,00	11,8	88,2	5,2	5,4	0,96
	18,6	Am Ende	624	592	552	5,2	5,4	89,4			
Dieselben Objecte, 5,2 °/₀ O, Versuchsdauer 3 h.	18,6	Zu Beginn	688	688	652	0,00	5,2	94,8	4,9	3,2	1,53
	18,6	Am Ende	517	492	482	4,9	2,0	93,1			
Dieselben Objecte, 5,6 °/₀ O 24 h durchgeleitet, Recip. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	17,9	Zu Beginn	—	—	—	0,00	5,6	94,4	2,9	2,4	1,21
	18,0	Am Ende	748	726	702	2,9	3,2	93,9			

10) *Vicia sativa.*

	t °C.	Luft-probe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 $^0/_0$	O $^0/_0$	N resp. H $^0/_0$	Gebild. CO_2 $^0/_0$	Absorb. O $^0/_0$	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
50 Keimlinge, Wl. 2—3 mm, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsd. 2h 30′.	17,4	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	3,4	4,2	0,81
	17,7	Am Ende	579	559	463	3,4	16,6	80,0			
Dieselben Objecte, 3,8 $^0/_0$ O, Versuchsd. 2h 30′.	17,6	ZuBeginn	740	740	712	0,00	3,8	96,2	3,1	1,95	1,6
	17,6	Am Ende	512	496	486,5	3,1	1,85	95,05			
Dieselben Objecte, 5 $^0/_0$ O 24h durchgeleitet, R.abgeschloss., Luft nach 3h bestimmt.	16,9	ZuBeginn	—	—	—	0,00	5,0	95,0	2,1	2,4	0,88
	16,9	Am Ende	682	668	650	2,1	2,6	95,3			

11) *Sinapis alba.*

	t °C.	Luft-probe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 $^0/_0$	O $^0/_0$	N resp. H $^0/_0$	Gebild. CO_2 $^0/_0$	Absorb. O $^0/_0$	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
Gequollene Samen, 4,2 g, 12,0 $^0/_0$ O 13h durchgeleitet, Recip. geschlossen, Luft nach 3h bestimmt.	18,1	ZuBeginn	491	491	432	0,00	12,0	88,0	2,4	2,9	0,83
	18,0	Am Ende	492	480	435	2,4	9,1	88,5			
Dieselben Objecte, 20,8 $^0/_0$ O, Versuchsdauer 3h.	17,7	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,7	4,3	0,63
	17,9	Am Ende	750	730	718	2,7	16,5	81,8			
Dieselben Objecte, 12,0 $^0/_0$ O 12h durchgeleitet, R.geschlossen, Luft nach 3h analysirt.	17,2	ZuBeginn	—	—	—	0,00	12,0	88,0	3,0	3,9	0,77
	17,2	Am Ende	536	520	776	3,00	8,1	88,9			

12) *Cucurbita melanospermum.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
40 Keimlinge, 4,2 % O 12h durchgeleitet, Recip. geschlossen, Luft nach 3h analysirt.	17,0	ZuBeginn	—	—	—	0,00	4,2	95,8	3,5	1,6	2,2
	17,0	Am Ende	537	518	504	3,5	2,6	93,9			
Dieselben Objecte, 20,8 % O, Versuchsdauer 3h.	17,4	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,2	3,0	0,73
	17,3	Am Ende	503	492	402	2,2	17,8	80,0			
Dieselben Objecte, 5,5 % O, Versuchsdauer 3h.	17,3	ZuBeginn	420	420	397	0,00	5,5	94,5	2,35	2,9	0,81
	17,3	Am Ende	382	373	363	2,35	2,6	95,05			

13) *Raphanus sativus.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
15,2 g Keimlinge, Wurzellänge 1—2 mm, 20,8 % O, Versuchsdauer 3h.	17,6	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,8	5,6	5,0
	17,6	Am Ende	743	722	711	2,8	15,2	82,0			
Dieselben Objecte, 15,9 % O, Versuchsdauer 3h.	17,6	ZuBeginn	564	564	474	0,00	15,9	84,1	3,1	4,6	0,67
	17,6	Am Ende	682	661	584	3,1	11,3	85,6			
Dieselben Objecte, 9,3 % O, Versuchsdauer 3h.	18,0	ZuBeginn	421	421	382	0,00	9,3	90,7	2,5	3,3	0,76
	18,0	Am Ende	730	712	668	2,5	6,0	91,5			

14) *Ricinus communis.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
20 Keimlinge, Wl. 2—3 mm, 20,8 % O, Versuchsdauer 3h.	16,3	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,8	5,2	0,54
	16,3	Am Ende	608	591	496	2,8	15,6	81,6			
Dieselben Objecte, 2,7 % O 14h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3h analysirt.	16,5	ZuBeginn	—	—	—	0,00	2,7	93,3	1,8	1,6	1,1
	16,4	Am Ende	553	543	537	1,8	1,1	97,1			
20 Keimlinge, 6,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	16,7	ZuBeginn	362	362	338	0,00	6,8	93,2	2,4	3,7	0,65
	16,7	Am Ende	409	399	386	2,4	3,1	94,5			
Dieselben Objecte, 20,8 % O, Versuchsdauer 3h.	16,7	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,85	5,4	0,53
	16,7	Am Ende	504	490	412	2,8	15,4	81,8			
Dieselben Objecte, 6,45 % O, Versuchsdauer 3h.	17,0	ZuBeginn	612	612	573	0,00	6,45	93,55	2,9	4,5	0,65
	17,0	Am Ende	506	491	392	2,9	1,95	95,15			

15) *Solanum tuberosum.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
9 Knollen, 98 g, 20,8 % O, Versuchsdauer 3h.	18,5	ZuBeginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	3,5	4,0	0,88
	18,5	Am Ende	597	577	479	3,5	16,8	79,7			
Dieselben Objecte, 12,3 % O 12h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3h analysirt.	18,2	ZuBeginn	—	—	—	0,00	12,3	87,7	4,0	3,7	1,08
	18,2	Am Ende	523	502	457	4,0	8,6	87,4			

15) *Solanum tuberosum* (Fortsetzung).

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
Dieselben Objecte, 5,7 % O 24 h durchgeleitet, Rec. abgeschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	18,2	Zu Beginn	360	360	339,5	0,00	5,7	94,3	2,6	2,1	1,24
	18,2	Am Ende	581	566	535	2,6	3,6	93,8			
Dieselben Objecte, 8,3 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	Zu Beginn	763	763	699,5	0,00	8,3	91,7	4,2	4,6	0,90
	18,7	Am Ende	740	709	682	4,2	3,7	92,1			

16) *Narcissus poëticus.*

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
8 Zwiebeln, 38 g, 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,0	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	4,2	4,4	0,96
	18,4	Am Ende	520	498	413	4,2	16,4	79,4			
Dieselben Objecte, 7,5 % O 10 h durchgeleitet, Recip. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	18,4	Zu Beginn	—	—	—	0,00	7,5	92,5	3,9	1,65	2,36
	18,4	Am Ende	492	473	444	3,9	5,85	90,25			
Dieselben Objecte, 10,2 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,4	Zu Beginn	702	702	630,5	0,00	10,2	89,8	3,7	3,55	1,04
	18,6	Am Ende	788	759	706	3,7	6,65	89,65			

17) *Solanum tuberosum.*

Bei diesen zwei Versuchen wurde der Respirationsquotient für dieselben Objecte einmal wie bisher und dann mittelst des modificirten Godlewski'schen-Apparates (vgl. Figur II) mitgetheilt.

	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm Volum der Luftprobe	 $+KOH$	 $+C_6H_3(OH)_3$	CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
5 Knollen, 46,3 g, Angewandt 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	16,2	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,1	2,3	0,91
	16,5	Am Ende	766	750	608,5	2,1	18,5	79,4			

Dieselben Objecte; Athmung im abgesperrten Volumen. 710 ccm Luft mit 148,4 ccm O_2. Der Versuch dauerte 4 Tage.

V. D.	t °C.	Menge des aufgenommenen O in ccm	Menge des zurückgebliebenen O in %	V. D.	t °C.	Menge des aufgenommenen O in ccm	Menge des zurückgebliebenen O in %
3 h	16,2	3,8	20,4	6 h	16,5	6,2	7,3
3 h	»	3,5	19,8	6 h	16,3	7,4	6,2
3 h	»	3,1	19,4	6 h	»	5,5	5,5
10 h	»	9,9	18,0	6 h	»	5,2	4,7
3 h	»	3,4	17,4	6 h	»	4,8	4,0
3 h	16,5	3,4	17,1	6 h	»	4,3	3,4
3 h	»	3,8	16,5	6 h	16,1	3,6	2,9
3 h	»	3,85	15,9	6 h	»	2,3	2,6
3 h	»	3,6	15,5	6 h	»	2,3	2,3
15 h	»	52,1	8,2				

Während der ganzen Versuchsdauer

O aufgenommen	132,00 ccm
CO_2 gebildet	147,33 ccm

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,896.$$

Mo. Bot. Garden,
1893

D.

Athmung bei Verletzungen.

Die Apparate in dieser Versuchsreihe sind der Pettenkofer-Pfeffersche Athmungsapparat zur Messung von Kohlensäure, mit welchem hauptsächlich gearbeitet wurde, und, zur Bestimmung des Respirationsquotienten, der Apparat s. Figur I und der Bonniersche für die Gasanalyse (wie in Tabelle C).

1. Versuch. 2. Juli.

Keimlinge von *Zea Mays*; im Volumen 100 ccm; 22 g; Wurzell. 10—15 mm; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 21,8° C.

a) unverletzt:

$$\left.\begin{array}{lr} 9\text{—}10\,\text{h Vorm.} & 15{,}9 \\ 10\text{—}11\,\text{h} \quad » & 15{,}0 \end{array}\right\} 15{,}5\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

b) verletzt, Wurzeln der Länge nach angeritzt, Wundstreifen mit Fliesspapier abgetrocknet:

$$\left.\begin{array}{lr} 12\,\text{h}\,10'\text{—}1\,\text{h}\,10' \text{ Nachm.} & 16{,}9 \\ 1\,\text{h}\,10'\text{—}2\,\text{h}\,10' \quad » & 18{,}6 \end{array}\right\} 17{,}8\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

2. Versuch. 3. Juli.

Keimlinge von *Brassica Napus*; 150 ccm; 23 g; Wurzellänge 17—25 mm; Versuchsdauer 1 Stunde; t 20,3—20,8° C.

a) unverletzt:

$$\left.\begin{array}{lr} 7\,\text{h}\,45'\text{—}8\,\text{h}\,45' \text{ Vorm.} & 29{,}1 \\ 8\,\text{h}\,45'\text{—}9\,\text{h}\,45' \quad » & 22{,}5 \end{array}\right\} 25{,}8\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

b) verletzt, Wurzeln der Länge nach mehrfach angeritzt:

$$\left.\begin{array}{lr} 11\,\text{h}\,10'\text{—}12\,\text{h}\,10' \text{ Mittags} & 28{,}8 \\ 12\,\text{h}\,10'\text{—}1\,\text{h}\,10' \quad » & 32{,}4 \end{array}\right\} 30{,}6\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

3. Versuch. 4. Juli.

Blätter von *Ilex aquifolium*; 23,2 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 20,4—20,8° C.

a) unverletzt:

$$\left.\begin{array}{lr} 7\,\text{h}\,20'\text{—}8\,\text{h}\,20' \text{ Vorm.} & 6{,}0 \\ 8\,\text{h}\,20'\text{—}9\,\text{h}\,20' \quad » & 4{,}6 \end{array}\right\} 5{,}3\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

b) verletzt, in 2—3 mm breite Querstreifen zerschnitten:

$$\left.\begin{array}{lr} 10\,\text{h}\,25'\text{—}11\,\text{h}\,25' \text{ Vorm.} & 9{,}3 \\ 11\,\text{h}\,25'\text{—}12\,\text{h}\,25' \quad » & 9{,}3 \end{array}\right\} 9{,}3\,\text{mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

4. Versuch. 5. Juli.

Keimlinge von *Helianthus annuus*; 200 ccm; 32,7 g; Wurzellänge 4—6 cm; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 20,4—20,8° C.

a) unverletzt:

7 h 45'—8 h 45' Vorm.	22,5	21,2 mg CO_2 pro Stunde.
8 h 45'—9 h 45' »	21,3	
9 h 45'—10 h 45' »	19,8	

b) verletzt, Wurzeln der Länge nach mehrfach angeritzt:

12 h 10'—1 h 10' Nachm.	22,8	22,6 mg CO_2 pro Stunde.
1 h 20'—1 h 20' »	22,3	
4—5 h Nachm.	32,6	32,7 mg CO_2 pro Stunde.
5—6 h »	32,7	

5. Versuch. 6. Juli.

Keimlinge von *Vicia faba*; 200 ccm; 92,3 g; Wurzellänge 10—15 mm; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 20,4° C.

a) unverletzt:

7 h 15'—8 h 15' Vorm.	18,3	17,1 mg CO_2 pro Stunde.
8 h 15'—9 h 15' »	15,9	
9 h 15'—10 h 15' »	17,2	

b) verletzt, hypocotyle Glieder der Länge nach mehrfach angeritzt:

11 h 5'—12 h 5' Mittags	21,5	24,9 mg CO_2 pro Stunde.
12 h 5'—1 h 5' »	28,2	

6. Versuch. 8. Juli.

12 Keimlinge von *Phaseolus multiflorus*; 38,6 g; Wurzellänge 2—3 mm; Versuchsd. 1 Std. resp. ½ Std.; Luftstr. 3 Ltr. pro Std.; t 20,8—21,5° C.

a) unverletzt:

7 h 30'—8 h 30' Vorm.	19,2	18,3 mg CO_2 pro Stunde.
8 h 30'—9 h 30' »	17,8	
9 h 30'—10 h 30' »	17,8	

b) verletzt, hypocotyle Glieder der Länge nach mehrfach angeritzt:

10 h 55'—11 h 55' Vorm.	24,8	24,2 mg CO_2 pro Stunde.
11 h 55'—12 h 55' »	23,6	
3—4 h Nachm.	34,2	33,9 mg CO_2 pro Stunde.
4—5 h »	33,5	

Versuchsdauer ½ Stunde:

6 h 55'—7 h 25' Abd.	4,1	7,6 mg CO_2 pro Stunde[1].
7 h 25'—7 h 55' »	3,5	

7. Versuch. 9. Juli.

6 Früchte von *Datura stramonium*; 150 ccm; 20 g; Versuchsd. 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

---

[1] Dieser Rückgang rührt offenbar von einem allmählichen Absterben der Objecte her.

a) unverletzt:

8 h 15′—9 h 15′	Vorm.	14,3	16,0 mg CO_2 pro Stunde.
9 h 15′—10 h 15′	»	17,7	
10 h 15′—11 h 15′	»	16,1	

b) verletzt, Früchte durch Längsschnitte geviertheilt:

12 h 50′—1 h 50′	Nachm.	21,9	20,0 mg CO_2 pro Stunde.
1 h 50′—2 h 50′	»	18,1	
3 h 15′—4 h 15′	»	13,5	12,6 mg CO_2 pro Stunde.
4 h 15′—5 h 15′	»	11,7	

Fortsetzung des Versuchs den 10. Juli. Versuchsdauer ½ Stunde.

5 h 30′—6 h	Vorm.	2,8	5,4 mg CO_2 pro Stunde.
6 h—6 h 30′	»	2,6	

8. Versuch. 10. Juli.

Wurzeln von *Pastinaca sativa*; 27,3 g; Wurzellänge 10—12 cm; grösster Durchmesser 5—8 mm; Versuchsd. 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

7 h 45′—8 h 45′	Vorm.	17,2	16,3 mg CO_2 pro Stunde.
8 h 45′—9 h 45′	»	15,9	
9 h 45′—10 h 45′	»	15,8	

b) verletzt, Wurzeln in 2—3 cm lange Stücke zerschnitten und diese durch Längsschnitte geviertheilt:

11 h 15′—12 h 15′	Mitt.	16,1	18,4 mg CO_2 pro Stunde.
12 h 15′—1 h 15′	»	20,7	
3 h 45′—4 h 45′	Nachm.	20,1	19,8 mg CO_2 pro Stunde.
4 h 45′—5 h 45′	»	19,7	

Versuchsdauer ½ Stunde:

5 h 5′—5 h 35′	Nachm.	7,4	14,4 mg CO_2 pro Stunde.
5 h 35′—6 h 5′	»	7,4	

9. Versuch. 11. Juli.

4 Rhizome von *Acorus Calamus*; 32,5 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

10—11 h	Vorm.	13,8	14,2 mg CO_2 pro Stunde.
11—12 h	»	14,9	
12—1 h	Mittags	14,0	

b) verletzt, Rhizome in 2—3 mm breite Querscheiben zerschnitten:

3 h 35′—4 h 35′	Nachm.	20,4	23,2 mg CO_2 pro Stunde.
4 h 35′—5 h 35′	»	24,6	
5 h 35′—6 h 35′	»	24,6	

7h 10′—8h 10′ Abd.	19,8	18,5 mg CO_2 pro Stunde.
8h 10′—9h 10′ »	17,1	

10. Versuch. 12. Juli.

3 Rhizome von *Convallaria Polygonatum*; 52 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

10—11h Vorm.	17,1	18,9 mg CO_2 pro Stunde.
11—12h »	19,5	
12—1h Mitt.	19,1	

b) verletzt, Rhizome in 2—3 mm breite Querscheiben zerschnitten:

4—5h Nachm.	19,2	20,3 mg CO_2 pro Stunde.
5—6h »	21,4	

11. Versuch. 13. Juli.

9 Kartoffeln; 104 g; Versuchsd. 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

7h 45′—8h 45′ Vorm.	3,75	3,5 mg CO_2 pro Stunde.
8h 45′—9h 45′ »	3,30	

b) verletzt, Knollen in 2—3 mm breite Scheiben zerschnitten:

10h 10′—11h 10′ Vorm.	15,6	15,9 mg CO_2 pro Stunde.
11h 10′—12h 10′ »	16,2	
3h 45′—4h 45′ Nachm.	38,4	37,1 mg CO_2 pro Stunde.
4h 45′—5h 45′ »	35,8	
7h 10′—8h 10′ Abd.	24,2	23,7 mg CO_2 pro Stunde.
8h 10′—9h 10′ »	23,1	

12. Versuch. 14. Juli.

7 Kartoffeln; 75,5 g; Versuchsd. 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

6h 50′—7h 50′ Vorm.	5,8	6,0 mg CO_2 pro Stunde.
7h 50′—8h 50′ »	6,2	

b) verletzt, Knollen in 4 Scheiben zerschnitten:

9h 45′—10h 45′ Vorm.	15,1	15,8 mg CO_2 pro Stunde.
10h 45′—11h 45′ »	16,4	
11h 45′—12h 45′ Nachm.	19,4	18,6 mg CO_2 pro Stunde.
12h 45′—1h 45′ »	18,0	
1h 45′—2h 45′ »	18,3	
4—5h Nachm.	22,8	23,4 mg CO_2 pro Stunde.
5—6h »	24,0	
9h 10′—10h 10′ Abd.	16,8	17,1 mg CO_2 pro Stunde.
10h 10′—11h 10′ »	17,3	

Um zu erfahren, ob der vermehrte Sauerstoffzutritt betheiligt sei an den Umsetzungen, welche in Folge traumatischer Eingriffe eine Steigerung der Kohlensäureproduction resultiren lassen, wurde in den folgenden Versuchen der Sauerstoffzutritt theilweise erschwert durch Wiederzusammenfügen der Objecttheile, theilweise ganz ausgeschlossen, indem die verletzten Pflanzentheile in Wasserstoff gehalten wurden.

13. Versuch. 16. Juli.

7 Kartoffeln; 71,5 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

$$\left.\begin{array}{llr} 8^h 50'\text{—}\ 9^h 50' & \text{Vorm.} & 3{,}6 \\ 9^h 50'\text{—}10^h 50' & \text{»} & 4{,}9 \\ 10^h 50'\text{—}11^h 50' & \text{»} & 6{,}0 \end{array}\right\} 4{,}8 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

b) verletzt, Knollen in 4 Scheiben zerschnitten, diese einseitig flach ausgehöhlt; Schnittflächen abgetrocknet, die einzelnen Theile wieder zusammengebunden und mit 10 % $^1/_2$ mm dicker, neutralisirter Gelatinelösung an den Wundrändern überzogen:

$$\left.\begin{array}{llr} 12^h 30'\text{—}1^h 30' & \text{Nachm.} & 8{,}0 \\ 1^h 30'\text{—}2^h 30' & \text{»} & 13{,}1 \end{array}\right\} 10{,}5 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

c) die Knollentheile frei in den Recipienten eingelegt:

$$\left.\begin{array}{llr} 3^h 45'\text{—}4^h 45' & \text{Nachm.} & 16{,}8 \\ 4^h 45'\text{—}5^h 45' & \text{»} & 18{,}0 \\ 5^h 45'\text{—}6^h 45' & \text{»} & 18{,}1 \end{array}\right\} 17{,}6 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

14. Versuch. 23. Juli.

7 Kartoffeln; 65,3 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde.

a) unverletzt:

$$\left.\begin{array}{lr} \text{1. Stunde} & 4{,}8 \\ \text{2. Stunde} & 3{,}7 \end{array}\right\} 4{,}3 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

b) verletzt etc., wie im vorigen Versuch:

$$\left.\begin{array}{lr} \text{1. Stunde} & 8{,}9 \\ \text{2. Stunde} & 10{,}0 \\ \text{3. Stunde} & 9{,}5 \end{array}\right\} 9{,}5 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

c) Knollen frei in den Recipienten eingelegt:

$$\left.\begin{array}{lr} \text{1. Stunde} & 24{,}9 \\ \text{2. Stunde} & 26{,}4 \end{array}\right\} 25{,}7 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

Die Versuche 13 und 14 lassen erkennen, dass eine 10procentige Gelatineschicht von 0,5 mm Dicke die Athmung nicht wesentlich zu beeinflussen vermochte, und dass dies auch bei unverletzten, vollständig mit einer derartigen Schicht umgebenen Objecten der Fall ist, lehren nachstehende Beispiele. Für jedes Object wurde die Kohlensäureausscheidung dreimal nach je einer Stunde erst ohne, dann mit Gelatineüberzug bestimmt.

Objecte.	t °C	Ohne Gelatineüberzug mg CO_2 pro Stunde	Mit neutralis. 10 % Gelatinelösung überzogen mg CO_2 pro Std.
9 Kartoffeln, 104 g . .	18,0—18,6	2,5	2,2
Blätter von Quercus lusitanica, 8,2 g	19,5—19,7	8,3	7,8
Blätter von Populus tremula, 8,2 g	19,0—19,4	6,0	6,4

15. Versuch. 25. Juli.

6 Kartoffelknollen; 55,5 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 20,4° C.

1) unverletzt:

$$\left.\begin{array}{lll} 6\,h\,45'—7\,h\,45' & \text{Vorm.} & 2{,}8 \\ 7\,h\,45'—8\,h\,45' & » & 2{,}5 \end{array}\right\}\ 2{,}7 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

2) Knollen in je 4 Scheiben zerschnitten, Schnittflächen abgewaschen und abgetrocknet; t 20,6° C.

$$\left.\begin{array}{lll} 9\,h\,5'—10\,h\,5' & \text{Vorm.} & 11{,}2 \\ 10\,h\,5'—11\,h\,5' & » & 13{,}1 \\ 11\,h\,5'—12\,h\,5' & » & 16{,}7 \end{array}\right\}\ 13{,}7 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

3) Scheiben einseitig flach ausgehöhlt, zusammengepresst und an den Wundrändern mit 30 % 2 mm dicker Gelatinelösung überzogen; t 20,6° C.

$$\left.\begin{array}{lll} 12\,h\,35'—1\,h\,35' & \text{Nachm.} & 5{,}1 \\ 1\,h\,35'—2\,h\,35' & » & 5{,}4 \end{array}\right\}\ 5{,}3 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

4) Scheiben wieder frei in den Recipienten eingelegt; t 21° C.

$$\left.\begin{array}{lll} 3\,h\,55'—4\,h\,55' & \text{Nachm.} & 15{,}8 \\ 4\,h\,55'—5\,h\,55' & » & 19{,}8 \end{array}\right\}\ 17{,}8 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

Der 3. Abschnitt des Versuchs zeigt einen bedeutenden Rückgang in der CO_2-Production in Folge verminderten O-Zutritts. Dasselbe lässt der nächste Versuch erkennen.

16. Versuch. 17. Juli.

8 Kartoffeln; 76 g; aus diesen wurden 1—3 mm dicke Cylinder herausgestossen, nach Abwaschen und Abtrocknen der Wundflächen wieder eingesetzt und die Wundränder der Oberfläche mit einer 2 mm dicken 30 % Gelatineschicht überzogen.

1)

$$\left.\begin{array}{lll} 7\,h\,5'—8\,h\,5' & \text{Vorm.} & 4{,}8 \\ 8\,h\,5'—9\,h\,5' & » & 4{,}0 \\ 9\,h\,5'—10\,h\,5' & » & 4{,}2 \end{array}\right\}\ 4{,}3 \text{ mg } CO_2 \text{ pro Stunde.}$$

2) Die eingefügten Cylinder frei mit den Knollen in den Recipienten eingetragen; t 19,6° C.

3—4 h Nachm.	10,2	12,5 mg CO_2 pro Stunde.
4—5 h »	14,8	

E.

Vergleichende Versuche über die CO_2-Production unverletzter und verletzter Pflanzentheile in Luft und in Wasserstoff.

8 Kartoffeln; 86 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 20,8° C.

1) unverletzt in Luft:

11 h 35'—12 h 35' Mittags	3,3	4,0 mg CO_2 pro Stunde.
12 h 35'—1 h 35' »	4,8	

2) verletzt, Knollen in 5 Scheiben zerschnitten; t 21,1° C.

a) in Luft:

3 h 10'—4 h 10' Nachm.	7,3	7,0 mg CO_2 pro Stunde.
4 h 10'—5 h 10' »	6,8	

b) in Wasserstoff:

6—7 h Abd.	12,2	14 mg CO_2 pro Stunde.
7—8 h »	14,7	

c) in Wasserstoff:

8 h 50'—9 h 50' Abd.	6,0	5,4 mg CO_2 pro Stunde.
9 h 50'—10 h 50' »	4,8	

7 Kartoffeln; 65 g; Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 18,2° C.

1) unverletzt in Luft:

7 h 10'—8 h 10' Vorm.	6,2	6,5 mg CO_2 pro Stunde.
8 h 10'—9 h 10' »	6,8	

2) verletzt, Knollen in 1 ccm grosse Würfel zerschnitten, abgewaschen und getrocknet. Vor Beginn des Versuchs dreimal evacuirt. Versuchsdauer 1 Stunde; Luftstrom 3 Liter pro Stunde; t 18,3° C.

in H	10 h 15'—11 h 15' Vorm.	7,6	7,4 mg CO_2 pro Stunde.
	11 h 15'—12 h 15' »	7,2	

3) vor Beginn kräftigen *H*-Strom durchgeleitet; t 17,8° C.

in H	1 h 5'—2 h 5' Nachm.	6,4	6,2 mg CO_2 pro Stunde.
	2 h 5'—3 h 5' »	6,0	

4) vor Beginn kräftigen *H*-Strom durchgeleitet; t 17,5° C.

in H	4 h 10'—5 h 10' Nachm.	5,6	5,7 mg CO_2 pro Stunde.
	5 h 10'—6 h 10' »	4,8	

F.

Versuche zur Ermittelung des Respirationsquotienten verletzter Pflanzentheile.

Apparat s. Figur I, Seite 5, Gasanalyse nach Bonnier-Mangin, s. o. Seite 7.

Solanum tub.	t °C.	Luftprobe	Ablesungen an der Capillare des Apparats. mm			CO_2 %	O %	N resp. H %	Gebild. CO_2 %	Absorb. O %	$\frac{CO_2}{O}$
			Volum der Luftprobe	$+KOH$	$+C_6H_3(OH)_3$						
3 Knollen, 25,3 g, mit jungen Trieben, 20,8 % O, Versuchsdauer 5 h.	18,5	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	0,95	1,2	0,79
	18,8	Am Ende	642	636	510	0,95	19,6	79,45			
Dieselben Objecte, in schmale Streifen zerschnitten, 20,8 % O 2 h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3 h analysirt.	18,8	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	1,6	3,0	0,53
	18,6	Am Ende	690	679	546,5	1,6	19,2	79,2			
2 Knollen, 15 g, 20,8 % O, Versuchsdauer 5 h.	18,9	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	0,5	0,65	0,77
	18,9	Am Ende	768	764,5	613,0	0,5	20,15	79,35			
Dieselben Objecte, in schmale Streifen zerschn., 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	18,9	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	1,1	5,9	0,19
	18,9	Am Ende	572	566	481	1,1	14,9	84,0			
3 Knollen, 21 g, mit jungen Trieben, 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	17,2	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	0,85	1,2	0,71
	19,9	Am Ende	605	600	481,5	0,85	19,6	80,55			
Dieselben Objecte, in 1 ccm gr. Kuben zerschn., 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	16,5	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	1,55	4,2	0,39
	16,8	Am Ende	688	677,5	563,5	1,55	16,6	81,85			
6 Tulpenzwiebeln, 20,8 % O, Versuchsdauer 3 h.	17,0	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	1,3	1,4	0,92
	17,0	Am Ende	593	585	470	1,3	19,4	79,3			
Dieselben Objecte, in $^1/_2$ ccm gr. Kuben zerschn., 20,8 % O 10 h durchgeleitet, R. geschlossen, Luft nach 3 h bestimmt.	17,4	Zu Beginn	—	—	—	0,00	20,8	79,2	2,8	4,0	0,70
	17,8	Am Ende	623	611,5	507	2,8	16,4	80,8			

Ueber die Wendung der Blattspirale und die sie bedingenden Druckverhältnisse an den Axillarknospen der Coniferen.

Von

Dr. Arthur Weisse.

(Mit Tafel I).

In meiner Arbeit über die Blattstellungen an Axillarknospen [1]) konnten die Coniferen wegen Mangel an geeignetem Untersuchungsmaterial nicht in dem Umfange Berücksichtigung finden, wie es ihrer Bedeutung und Eigenart entspricht. Zum Theil gestattete die Untersuchung des mir allein zu Gebote stehenden Hochsommer- und Herbstmaterials nicht, über Vermuthungen hinauszugehen, so dass ich mir vorbehalten musste, zu ihrer Begründung weitere Beobachtungen an jüngeren Entwickelungsstadien anzustellen. Nachdem ich nun zu geeigneterer Zeit einige Repräsentanten der wichtigeren Coniferengattungen in diesem Sinne durchmustert habe, sei es mir gestattet, die Ergebnisse meiner diesbezüglichen Studien im Folgenden mitzutheilen.

Die Axillarknospen der Coniferen besitzen bekanntlich stets zwei lateral gestellte Primordialblätter, denen entweder decussirte Blattpaare bez. alternirende dreigliedrige Quirle folgen — so bei den *Cupressineen* und einigen *Araucarieen* — oder aber sich spiralig angeordnete Blätter anschliessen, wie es bei der grossen Mehrzahl der Coniferenarten der Fall ist. Die Regeln für die decussirte Blattstellung bedürfen keiner näheren Auseinandersetzung, ebenso ist der Anschluss des ersten dreigliedrigen Quirls an die lateralen Primordialblätter bereits von Schwendener in der »mechanischen Theorie der Blattstellungen« [2]) eingehend beleuchtet worden. Es sind mithin weitere Untersuchungen nur für die Fälle erforderlich, in denen die Blattstellung eine spiralige ist.

Bekanntlich ist die Wendung der Spirale im Allgemeinen durch die Stellung des dritten Blattes vollkommen bestimmt, und zwar handelt es sich hierbei zunächst um die Alternative, ob das dritte Blatt der Axillarknospe dem Tragblatte oder dem Stamme zugewandt hervorspriesse, sodann kommt die Verschiebung nach rechts oder links aus der Mediane in Betracht.

Dass die vordere und hintere Seite der Knospe im Allgemeinen ungleichen Druckverhältnissen ausgesetzt ist, ist theils schon in der

---

1) Beiträge zur mechanischen Theorie der Blattstellungen an Axillarknospen. (Flora, LXXII. Jahrgang 1889. S. 114—140.)

2) S. Schwendener, Mechanische Theorie der Blattstellungen. Leipzig 1878. S. 102.

Ungleichartigkeit der Organe, von welchen der Druck ausgeht, theils in der morphologisch gegebenen Wachsthumsrichtung der Knospe begründet [1]). Da nun die Seitentriebe der Coniferen mit der Hauptaxe meistens einen nahezu rechten Winkel bilden, so wird hier der Contact zwischen dem bildungsfähigen Stammscheitel und dem Mutterstrahl schon sehr früh aufhören, während er mit dem Tragblatt offenbar noch längere Zeit bestehen bleibt. Demgemäss wird das dritte Blatt der Axillarknospe bei den Coniferen im Allgemeinen nach hinten fallen müssen, eine Thatsache die schon von Schwendener [2]) an einer Reihe von Beispielen nachgewiesen worden ist. Die entgegengesetzte Stellung des dritten Blattes ist von mir nur bei einigen Taxineen beobachtet worden; ich werde hierüber weiter unten eingehender berichten.

Fällt das dritte Blatt auf die Stammseite, ist also die Spirale »hintanschliessend«, so ist die Wendung derselben von der seitlichen Verschiebung des dritten Blattes in der Weise abhängig, dass einer Verschiebung nach rechts auch eine rechtsläufige Spirale entspricht und umgekehrt [3]). Man wird z. B. im ersteren Falle die Blattspirale in der Weise durchlaufen, dass man sich von dem rechtstehenden Primordialblatt 0 auf der Vorderseite zu dem linken Primordialblatt 1 begiebt, dann auf dem kürzeren Wege zu dem rechts-hinten stehenden Blatte 2, von diesem zu dem nach rechts-vorn fallenden Blatte 3 fortschreitet u. s. f.

Als Bedingung für die seitliche Abweichung des dritten Blattes treffen wir bei den Coniferen zunächst die beiden Arten von Asymmetrie an, die auch für die Angiospermen als typisch zu betrachten sind, eine seitliche Verschiebung oder schiefe Insertion des Tragblattes. Ersterer Fall ist dadurch charakterisirt, dass die Mittellinie, welche die Centren des Stammes und der Axillarknospe verbindet, mit der durch die Mitte der Knospe und das centrale Gefässbündel des Tragblattes gelegten Mediane einen mehr oder weniger beträchtlichen Winkel bildet. Es wird offenbar in diesem Falle die Knospe auf derjenigen Seite, nach welcher das Tragblatt aus der Mediane verschoben erscheint, einen stärkeren Druck erleiden und in Folge dessen mit dem Stamme länger in Contact bleiben als auf der entgegengesetzten Seite. Es wird somit das dritte Blatt der Axillarknospe nach dieser freieren Seite hin abweichen müssen.

---

[1]) Vgl. Schwendener, »Blattstellungen« S. 98.

[2]) a. a. O. S. 99.

[3]) Vgl. »Blattstellungen an Axillarknospen« a. a .O. S. 119 u. S. 124. Um Missverständnissen vorzubeugen, sei bemerkt, dass ich der in der Botanik üblichen Terminologie folgend unter einer »rechtsläufigen Spirale« eine Schraubenlinie verstehe, bei deren akropetalem Durchlaufen man die Axe stets zur Rechten hat.

Diese Art von asymmetrischer Bildung des Blattwinkels wurde schon von Schwendener[1]) an einigen Dikotylen constatirt und ist, wie ich in der citirten Arbeit nachgewiesen habe, in der Natur von weiter Verbreitung.

Um die Grösse dieser Asymmetrie durch eine einigermassen vergleichbare Maasszahl ausdrücken zu können, habe ich, wie bei meinen früheren Beobachtungen, die Methode eingeschlagen, dass ich von jeder untersuchten Pflanze denjenigen Schnitt, welcher die fraglichen Verhältnisse am deutlichsten zeigte, mit Hilfe der Camera lucida aufgenommen und an der so erhaltenen Skizze den Winkel, den die beiden in Betracht kommenden Medianen mit einander bilden, direct gemessen habe. Da die Schnitte stets so angefertigt werden müssen, dass sie möglichst senkrecht zur Knospenaxe verlaufen, so war es, da ja bei den Coniferen die Wachsthumsrichtung der Knospe mit der Hauptaxe einen grösseren Winkel bildet, um überhaupt vergleichbare Grössen zu erhalten, meistens erforderlich, die in der Querschnittsebene der Knospe gemessenen Winkel erst auf die zur Hauptaxe senkrechte Ebene zu reduciren.

Der in der Schnittebene direct gemessene Verschiebungswinkel möge mit δ' bezeichnet werden, der Neigungswinkel der Schnittebene zu der Normalebene der Hauptaxe sei ε, so wird unter der Voraussetzung, dass die beiden Schenkel von δ' gleichmässig zur Normalebene geneigt sind, der auf diese Ebene zu reducirende Verschiebungswinkel δ durch folgende Formel bestimmt:

$$\operatorname{tang}\frac{\delta}{2} = \operatorname{tang}\frac{\delta'}{2}\cdot\frac{1}{\cos\varepsilon}\,.$$

Die so gefundenen Werthe sind für die von mir untersuchten hierhergehörigen Coniferenarten in der folgenden Uebersicht zusammengestellt. Den einzelnen Namen ist zur bequemeren Orientirung die Divergenz, nach welcher die Blätter an dem zu der untersuchten Axillarknospe gehörigen Muttertriebe angeordnet waren, hinzugefügt.

Die seitliche Verschiebung des Tragblattes zeigte sich als Bedingung für die seitliche Abweichung des dritten Blattes an Axillarknospen von *Taxodium distichum L.* ($\delta = 7^0$, Divg. $\frac{2}{5}$, vgl. »Blattstellungen an Axillarknospen« a. a. O. S. 126 u. Taf. IV, Fig. 7.) und an den in den Axeln kotyledonenartig gebildeter Blätter hervorspriessenden Knospen eines vierjährigen Sämlings von *Pinus Pinea L. var. molli putamine* ($\delta' = 7^0$, $\varepsilon = 20^0$, $\delta = 7\frac{1}{2}{}^0$, Divg. $\frac{3}{8}$; vgl. Fig. 1 sowie a. a. O. S. 126) sowie einjähriger Sämlinge von *Pinus ponderosa* Dougl. ($\delta = 7^0$), *Larix leptolepis* Gord. ($\delta = 5^0$) und *Picea excelsa* Lk. ($\delta' = 15\frac{1}{2}{}^0$, $\varepsilon = 45^0$, $\delta = 21\frac{1}{2}{}^0$; bei letzteren an dem Muttertriebe [der Sämlingsaxe] noch keine regelmässige Spiralstellung).

---

1) Schwendener, »Blattstellungen« S. 101 u. Taf. XIII, Fig. 70 u. 72.

In manchen Fällen fand sich bei dieser Art von Asymmetrie das dritte Blatt der Knospe noch fast genau median gestellt, und erst das vierte Blatt zeigte dann die entsprechende seitliche Abweichung. Beispiele hierfür liefern unter anderen *Arthrotaxis selaginoides* Don ($\delta' = 9^{0}$, $\varepsilon = 65^{0}$, $\delta = 21^{0}$, Divg. $\frac{3}{8}$) und *Widdringtonia juniperoides* Endl. ($\delta = 11^{0}$, Divg. $\frac{3}{8}$).

Ausserdem beobachtete ich die seitliche Verschiebung des Tragblattes mehrfach in Verbindung mit anderen die Abweichung des dritten Blattes bedingenden Factoren. Es werden diese Fälle weiter unten an geeigneten Stellen behandelt werden.

Ein zweiter Grund für die seitliche Verschiebung des dritten Blattes der Axillarknospe kann, wie ich in der citirten Arbeit¹) ausführlicher nachgewiesen habe, in einer schiefen Insertion des Tragblattes bestehen. Offenbar übt die tiefer inserirte Seite des letzteren auf die Knospe den geringeren Druck aus, so dass also das dritte Blatt in dieser Richtung von der Mediane abweichen wird.

Diese Art von Asymmetrie, die besonders bei den Monokotylen weit verbreitet ist, findet sich bei den Coniferen verhältnissmässig seltener. Sichere Beispiele für dieselbe beobachtete ich bei *Podocarpus Meyeriana* Endl. (Divg. meistens $\frac{3}{8}$, häufig je drei Blätter genähert; vgl. Fig. 2.), *Podocarpus salicifolia* Klotzsch et Karsten (Divg. ungleichmässig) sowie an den in den Blattwinkeln der Terminalknospen-Schuppen hervorspriessenden Langtriebknospen von *Pinus Laricio* Poir (Divg. $\frac{5}{13}$) und *Pinus Strobus* L. (Divg. $\frac{8}{21}$).

Ein Zusammenwirken der schiefen Insertion und seitlichen Verschiebung des Tragblattes zeigte sich als massgebende Asymmetrie an Axillarknospen einjähriger Sämlinge von *Pinus silvestris* L. ($\delta = 2\frac{1}{2}{}^{0}$; Divg. noch unregelmässig; vgl. Fig. 3).

Für die Wendung der Blattspirale der Axillarknospe ist ferner bei einer Anzahl von Coniferen der Druck der Blattbasen der oberhalb des Tragblatts stehenden benachbarten Blätter des Muttersprosses von bestimmendem Einfluss. Auf die Möglichkeit dieses Zusammenhanges habe ich bereits früher²) aufmerksam gemacht, doch war es mir, da mir nur schon zu weit vorgeschrittene Knospen von *Abies Pinsapo* als Untersuchungsmaterial zur Verfügung standen, damals noch nicht möglich, diese Vermuthung durch directe Beobachtung zu begründen.

Denken wir uns, um einen concreten Fall vor Augen zu haben, einen Muttersspross, dessen Blätter in rechtsläufiger Spirale nach der Diverg. $\frac{8}{21}$

---

1) »Blattstellungen an Axillarknospen« a. a. O. S. 123.

2) a. a. O. S. 126.

angeordnet sind, einer Divergenz, die beispielsweise bei den *Picea*-Arten häufig realisirt ist. Wenn wir das Tragblatt mit der Nummer 0 (vgl. Fig. 4) und die folgenden Blätter des Hauptstammes mit den entsprechenden folgenden Nummern versehen, so sind es die Blätter 2, 3, 5, 8 und 13, welche als der zu 0 gehörigen Axillarknospe benachbart überhaupt in Betracht kommen können. Setzt man die Grösse des Stammumfangs gleich u und die Höhe eines Schraubenganges der Grundspirale gleich h, so ergibt sich, falls man die Mitte von Blatt 0 als Coordinaten-Anfangspunkt wählt und den Horizontal-Abstand mit x, die verticale Coordinate mit y bezeichnet, für die Mitte von

$$\text{Blatt } 2) \quad x = -\frac{5}{21}u, \; y = \frac{16}{21}h;$$

$$\text{»} \quad 3) \quad x = +\frac{3}{21}u, \; y = \frac{24}{21}h;$$

$$\text{»} \quad 5) \quad x = -\frac{2}{21}u, \; y = \frac{40}{21}h;$$

$$\text{»} \quad 8) \quad x = +\frac{1}{21}u, \; y = \frac{64}{21}h;$$

$$\text{»} \quad 13) \quad x = -\frac{1}{21}u, \; y = \frac{104}{21}h;$$

Und zwar ist hierin die Abscisse positiv gerechnet, wenn man von 0 aus zu dem betreffenden Blatte im Sinne der Grundspirale, also in unserem Beispiele nach links fortschreitet, während im entgegengesetzten Falle der Abscisse das negative Vorzeichen gegeben ist.

Allgemein erhält man, wenn die Divergenz $\frac{p}{q}$ ist, für Blatt n

$$x = n . \frac{p}{q} u - ku, \; y = n . \frac{p}{q} h,$$

worin k diejenige positive ganze Zahl bedeutet, welche dem Werthe von $n . \frac{p}{q}$ am nächsten liegt.

Welches der in Betracht kommenden Blätter auf die Axillarknospe in gegebenem Falle den für die Stellung des dritten Blattes entscheidenden Druck ausübt, lässt sich nicht allgemein beantworten, sondern ist einerseits von dem Entwickelungsstadium des Muttersprosses bei Anlage der Knospe und der hiermit zusammenhängenden relativen Grösse des Stammumfangs und der Internodien, andererseits von der Grösse und Stellung der Knospenanlage sowie von der individuellen Ausbildung der Blattbasen abhängig. Es wird somit nur bei Pflanzen mit sehr regelmässiger Verzweigung sich der Einfluss eines bestimmten Blattes geltend machen können, im Allgemeinen werden wir zu erwarten haben, dass selbst an dem nämlichen Spross bald dieses bald jenes der dem Tragblatt benachbarten Blätter die seitliche Abweichung des dritten Blattes und folglich auch die Wendung der Blattspirale der Knospe veranlassen kann. Wie ein Blick auf Fig. 4 lehrt, wird die Spirale der Axillarknospe, falls die Blätter 2, 5 oder 13 den entscheidenden Druck ausüben, linksläufig, also in Bezug auf die Spirale des Muttertriebes antidrom, während wenn Blatt 3 oder 8 die Verschiebung des dritten Blattes der Knospe bedingt, eine rechtsläufige, also der Spirale des Hauptsprosses homodrome Spiralstellung zu Stande kommt.

Meine speciellen Beobachtungen ergaben für *Araucaria excelsa* R. Br. die interessante Thatsache, dass die Spiralen der Axillartriebe stets der Spirale des Muttersprosses antidrom verlaufen. Da diese Pflanze eine ausserordentlich regelmässige Verzweigung besitzt und die Axillarknospen stets dicht bei der Terminalknospe, also unter möglichst gleichen Verhältnissen angelegt werden, so kann die Ursache für diesen regelmässigen Wechsel in der Wendung der Spirale nur durch eine von der Wendung der Spirale des Muttersprosses selbst abhängige Eigenthümlichkeit des Blattwinkels bedingt sein. Die Untersuchung jugendlicher Axillarknospen zeigte, dass hier der Druck des Blattes 5 des Haupttriebes von entscheidendem Einfluss für die Stellung des dritten Blattes der Knospe ist (vgl. Fig. 5). Die Blätter des Muttersprosses sind gewöhnlich nach der Divergenz $\frac{5}{13}$ angeordnet, so dass also Blatt 5 vom Tragblatte 0 nur um $\frac{1}{13}$ des Stammumfanges divergirt.

Auch an einem ungefähr dreijährigen Sämling von *Sequoia gigantea* Torrey, der im Gewächshause unter ziemlich gleichmässigen Wachsthumsbedingungen gezogen war, konnte ich eine vollkommene Regelmässigkeit in der Wendung der Blattspirale constatiren. Die Blätter waren hier nach der Divergenz $\frac{3}{8}$ gestellt, die seitliche Abweichung des dritten Blattes der Axillarknospe wurde regelmässig durch den Druck des Blattes 3 des Muttersprosses bedingt (vgl. Fig. 6). In Folge dessen musste die Blattspirale des Axillarbetriebs stets der des Hauptstamms homodrom verlaufen, und in der That zeigten die sämmtlichen Zweige und untersuchten Knospen der Sämlingspflanze immer eine gleichgerichtete, in dem gedachten Falle eine linksläufige, Spirale. Wenn die Regelmässigkeit der Verzweigung auch bei älteren Exemplaren in gleichem Maasse stattfände, so müssten die Sequoia-Bäume stets entweder nur links- oder nur rechtsläufige Blattspiralen besitzen. Um diese Schlussfolgerung zu prüfen, untersuchte ich die Wendung der Spiralen an einem grösseren Aste eines der bekannten Mammuthbäume, die vor dem Palmenhause im Königlichen Botanischen Garten zu Berlin stehen. Es zeigte sich, dass die Spiralen der einzelnen Zweige hier keineswegs durchgängig homodrom verlaufen; doch findet andererseits auch nicht ein ganz gesetzloser Wechsel in der Richtung der Spiralen statt, sondern die einem gemeinschaftlichen Muttertrieb entspriessenden Seitenaxen zeigen im Allgemeinen eine Gruppirung zu durchschnittlich 4 bis 5 aufeinanderfolgenden Zweigen, die unter einander homodrome Blattspiralen besitzen. Für die mit der Hauptaxe gleichläufigen Spiralen ist der Druck des Blattes 3, für die gegenläufigen der des Blattes 5 des Muttersprosses im Allgemeinen ausschlaggebend. Doch kommt, besonders an stärkeren Sprossen, auch eine seitliche Verschiebung des Tragblattes als mechanische Bedingung hinzu, durch welche die geschilderte Regelmässigkeit gelegentlich Störungen erleidet. Es scheint mir aber aus den beobachteten Thatsachen soviel als sicher hervorzugehen, dass auch hier bei gleichartigen Wachsthumsbedingungen der Druck entsprechender Blätter für die Wendung der Spirale der Seitentriebe massgebend ist.

Für die seitliche Verschiebung des dritten Blattes der Axillarknospe fand ich den Druck eines der Knospe benachbarten Blattes des Hauptstammes ferner als wirksames Moment bei *Abies Pinsapo* Boissier (Divergenz $\frac{5}{13}$ oder $\frac{8}{21}$, seltener $\frac{3}{8}$; Druck von Blatt 5 und 3 als wirksam beobachtet), *Picea orientalis* Link (Divg. $\frac{8}{21}$; wirksam Blatt 3), *Picea alba* Link (Divg. $\frac{5}{13}$; wirksam Blatt 5), *Picea nigra* Link *var. mariana* (Divergenz $\frac{8}{21}$; wirksam Blatt 5), *Dacrydium cupressinum* Soland. (Divg. $\frac{5}{13}$; wirksam Blatt 5) sowie bei einigen in den Blattwinkeln der Terminalknospen-Schuppen stehenden Langtriebknospen von *Pinus Laricio* Poir. (Divg. $\frac{5}{13}$; wirksam Blatt 5). Doch trat bei diesen Pflanzen eine ähnliche regelmässige Beziehung zwischen der Wendung der Spirale des Haupt- und Seitensprosses, wie sie bei *Araucaria excelsa* und *Sequoia gigantea* zu constatiren war, nicht hervor.

Auch für die in den Axeln der Schuppenblätter der Endknospen von *Pinus silvestris* angelegten Knospen, sowie für die Axillarknospen von *Cryptomeria japonica* und *C. elegans*, scheint die seitliche Verschiebung des dritten Blattes in gleicher Weise bedingt zu sein. Doch fand ich die Asymmetrieverhältnisse in diesen Fällen in zu geringem Grade ausgesprochen, um einen sicheren Schluss über die hier wirksamen mechanischen Momente ziehen zu können.

In einigen Fällen beobachtete ich, dass sich zu dem Drucke eines benachbarten Blattes des Muttersprosses noch eine seitliche Verschiebung des Tragblattes als massgebender Factor für die seitliche Abweichung des dritten Blattes der Axillarknospe hinzugesellte. Ist das Tragblatt nach derjenigen Seite aus der Mediane gerückt, auf welcher das mechanisch wirksame Blatt des Muttersprosses steht, so unterstützen sich beide Factoren in ihrem Einfluss auf die fragliche Verschiebung des dritten Blattes der Knospe; im entgegengesetzten Falle wirken sie indessen einander entgegen, und es richtet sich alsdann die seitliche Abweichung des dritten Blattes nach der relativ stärkeren Componente. Beispiele für gegenseitige Unterstützung beider Factoren lieferten mir einige Knospen von *Sequoia gigantea* (Divg. $\frac{3}{8}$; wirksam Blatt 3; Verschiebungswinkel des Tragblatts $\delta = 4^0$) sowie in besonders auffallendem Maasse eine Knospe von *Cedrus Deodara* Loud. (Divg. $\frac{3}{8}$; wirksam Blatt 3; $\delta' = 18\frac{1}{2}^0$, $\varepsilon = 35^0$, $\delta = 22\frac{1}{2}^0$). Ein Beispiel für das Entgegenwirken beider Componenten beobachtete ich an einem einjährigen Sämling von *Tsuga Sieboldii* Carr. Die Blätter des Muttersprosses, der Sämlingsaxe, standen in linksläufiger Spirale mit noch ungleichmässigen Divergenzen. Das Tragblatt war ziemlich beträchtlich nach links aus der Mediane verschoben ($\delta' = 3\frac{1}{4}^0$, $\varepsilon = 65^0$, $\delta = 7\frac{1}{2}^0$), Blatt 8 des Hauptsprosses übte von rechts-hinten her einen Druck auf die Knospe aus. Diese beiden entgegengesetzten Druckwirkungen hatten zur Folge, dass das dritte Blatt der Axillarknospe fast genau in die Mediane fiel, während das vierte Blatt, der seitlichen Verschiebung des Tragblatts entsprechend, nach rechts-vorn zu stehen kam. Ausserdem zeigte sich der Einfluss der beiden in entgegengesetztem Sinne wirkenden Druckkräfte in einer Drehung der Knospe in der Richtung der Uhrzeiger. Während nämlich im Allgemeinen der grösste Durchmesser der Knospe senkrecht zu der durch Stamm und Knospe gehenden Mediane liegt, bildeten in diesem Falle die beiden Linien einen Winkel von ca. 65 Grad.

Während bei allen anderen von mir untersuchten Coniferen-Arten in den Knospen tragenden Blattwinkeln stets nur eine Axillarknospe angelegt wird, zeigt sich bei *Sequoia sempervirens* Endl. das bemerkenswerthe Verhalten, dass sich hier regelmässig Beisprosse entwickeln. Wenn der normale Axillartrieb etwa ein Jahr alt geworden ist, spriesst zwischen ihm und dem Tragblatt ein zweiter Spross von gleicher Dignität hervor, dessen Blattspirale im Allgemeinen zu der Spirale des Haupttriebs antidrom verläuft. An beiden Sprossen ist das dritte Blatt regelmässig dem Stamme zugewandt. Für die seitliche Abweichung desselben fand ich an den normalen Knospen eine mehr oder weniger bedeutende seitliche Verschiebung des Tragblattes massgebend, während für die secundären Knospen im Allgemeinen der Druck der Basis des vierten Blattes des normalen Axillartriebs den Ausschlag für die seitliche Verschiebung des dritten Blattes zu geben scheint. Da nun das vierte Blatt stets nach derselben Seite aus der Mediane gerückt ist, nach welcher das dritte Blatt gerichtet ist, so muss alsdann das dritte Blatt der Beiknospe auf die entgegengesetzte Seite fallen wie bei dem normalen Spross, und es wird in Folge dessen für die Beiknospe eine der Hauptknospe antidrome Blattspirale eingeleitet.

Für einige Taxineen-Arten ist die interessante Thatsache zu constatiren, dass an beinahe sämmtlichen oder doch wenigstens den meisten Zweigen die Nadeln in Doppelspiralen angeordnet sind, also nach dem »système bijugué« der Brüder Bravais[1]), das bekanntlich sonst in der Laubblattregion nur selten und mehr vereinzelt auftritt. Ein besonders charakteristisches Beispiel für dieses Verhalten liefert *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc. An den regelmässig in Scheinquirlen angelegten Axillarsprossen dieser Pflanze finden sich die Nadeln fast ausnahmslos in Doppelspiralen angeordnet. Eine genauere Untersuchung der Axillarknospen zeigt, dass die ersten 20 bis 30 Blätter der Knospe Schuppenblätter mit verhältnissmässig breiter Basis sind, welche stets regelmässig decussirt stehen (vergl. Fig. 7). Auf diese folgen alsdann in ziemlich plötzlichem Uebergang die nadelartigen Laubblätter, welche eine bedeutend schmalere Basis besitzen. Durch diesen Wechsel in den Grössenverhältnissen der Blattanlagen vollzieht sich nun die Verwandlung der decussirten Blattanordnung in eine solche nach dem système bijugué in ganz ähnlicher Weise wie es für *Dipsacus* bei dem Uebergang der Laubblätter in die Hüllblätter bekannt ist. Als häufigste Divergenz der gedrehten Blattpaare beobachtete ich, auf den halben Stammumfang bezogen, die $\frac{3}{8}$-Stellung, der also ein Divergenzwinkel von $67\frac{1}{2}^0$ entspricht (vgl. Fig. 8). Dieses Stellungsverhältniss tritt, falls nicht besondere Wachsthumsstörungen hinzukommen, mit grosser Regelmässigkeit hervor, solange die Grössenverhältnisse der Blattanlagen dieselben bleiben. Es werden nun aber an der den Winter überdauernden Terminalknospe wiederum Schuppenblätter entwickelt, und es zeigt sich bei dem Uebergang der nadelförmigen Laubblätter in die Knospenschuppen sogleich eine Vergrösserung der Divergenz die nach wenigen Schwankungen wiederum die decussirte Stellung der Schuppenblätter herbeiführt.

Zur näheren Veranschaulichung dieser Stellungsänderung mögen die in der folgenden Uebersicht tabellarisch zusammengestellten Werthe der Divergenzwinkel dienen, die ich durch directe Messung an einer mit der Camera lucida aufgenommenen Skizze einer Terminalknospe von *Cephalotaxus drupacea* bestimmt habe. Die Blattpaare 0 und 0', 1 und 1', 2 und 2' vermittelten den Uebergang von den Laub- zu den Schuppenblättern; die unterhalb 0 stehenden Blätter zeigten die reguläre Nadelform, die auf 2 folgenden Blattpaare waren typische Schuppenblätter. Die beiden Blätter eines Paares stehen natürlich niemals mit mathematischer Genauigkeit opponirt, sondern sind stets nach der einen oder anderen Seite hin mehr oder weniger genähert; ich habe die sich für dieselben ergebenden Divergenzwinkel in der dritten Columne vermerkt. Unter $\sphericalangle\ (m, n)$ ist der Divergenzwinkel zwischen den Blättern m und n zu verstehen.

		$\sphericalangle\ (0,0') = 175^0$
$\sphericalangle\ (0,1) = 71^0$;	$\sphericalangle\ (0',1') = 73^0$;	» $(1,1') = 177^0$
» $(1,2) = 60^0$;	» $(1',2') = 69^0$;	» $(2,2') = 186^0$

---

[1] L. et A. Bravais, Essai sur la disposition des feuilles curvisériées. (Annales des sciences naturelles, part. botan. Seconde série VII. (1837), p. 55 et pl. 2, fig. 4).

$\sphericalangle\ (2,3) = 86^\circ$; $\sphericalangle\ (2',3') = 75^\circ$; $\sphericalangle\ (3,3') = 175^\circ$
» $(3,4) = 85^\circ$; » $(3',4') = 83^\circ$; » $(4,4') = 173^\circ$
» $(4,5) = 85^\circ$; » $(4',5') = 91^\circ$; » $(5,5') = 179^\circ$
» $(5,6) = 91^\circ$; » $(5',6') = 95^\circ$; » $(6,6') = 183^\circ$
» $(6,7) = 88^\circ$; » $(6',7') = 86^\circ$; » $(7,7') = 181^\circ$
» $(7,8) = 95^\circ$; » $(7',8') = 91^\circ$; » $(8,8') = 177^\circ$

Bei dem Uebergang der Schuppenblätter in die Laubblätter vollzieht sich in der überwinternden Endknospe die Umwandlung der decussirten Blattstellung in die doppelspiralige in ganz analoger Weise wie in der Axillarknospe, so dass also auch an älteren Zweigen die Laubblätter der Regel nach in Doppelspiralen, die Schuppenblätter decussirt stehen.

In einigen Fällen zeigte sich allerdings auch ein Uebergang in die einfache Spiralstellung, bisweilen auch in eine anfangs regellose Anordnung, die erst allmählich in eine bestimmte einfache Spiralstellung überführte. Doch konnte die Ursache dieser Aenderung meistens in localen Wachsthumstörungen erkannt werden.

Ausser den bisher allein näher ins Auge gefassten, in Scheinquirlen angelegten Axillarsprossen treten bei *Cephalotaxus drupacea* sporadisch auch Axillartriebe auf, welche am Grunde keine Schuppenblätter besitzen, sondern sogleich mit Laubblättern beginnen. Da sich diese Knospen unter wesentlich anderen Verhältnissen entwickeln, wird es zu erwarten sein, dass auch die Blattstellung an ihnen eine andere sei. In der That finden sich die Blätter an diesen Knospen stets in einfacher Spirale angeordnet, und zwar ist das dritte Blatt des Sprosses regelmässig dem Stamme zugewandt. Für die seitliche Abweichung desselben konnte eine geringe seitliche Verschiebung des Tragblattes als massgebende Asymmetrie constatirt werden. Als häufigste Divergenz wurde die $\frac{5}{13}$-Stellung beobachtet.

Ein ganz analoges Verhalten zeigt auch *Torreya nucifera* Sieb. et Zucc. Auch hier sind die ersten 10 bis 20 Blätter der Axillarknospe Schuppenblätter mit sehr breiter Basis, die stets eine decussirte Anordnung besitzen. Auch bei dieser Pflanze vollzieht sich bei dem Uebergang der Schuppenblätter in die Laubblätter fast ausnahmslos die Verwandlung der decussirten in die doppelspiralige Stellung (Divergenz $\frac{3}{8}$).

An der mit *Cephalotaxus drupacea* nahe verwandten *C. pedunculata* Sieb. et Zucc. stehen die Nadeln gleichfalls fast immer nach dem système bijugué (Divg. $\frac{3}{8}$). Doch macht sich bei dieser Art der bemerkenswerthe Unterschied geltend, dass hier meistens nur die ersten 4 Blätter der Axillarknospe decussirt stehen und dann bereits die folgenden Schuppenblätter in Doppelspiralen angeordnet sind. Hiermit in Uebereinstimmung bleiben auch die Schuppenblätter an den überwinternden Terminalknospen in doppelspiraliger Anordnung. Der Grund für dieses abweichende Verhalten dürfte wohl in der Thatsache zu suchen sein, dass die Basen der Schuppenblätter von *C. pedunculata* weniger breit sind als die von *C. drupacea* und *Torreya nucifera*, so dass der Grössenunterschied zwischen den Basen der jungen Laub- und Schuppenblätter hier nur gering ist.

Häufig, jedoch keineswegs in so regelmässiger Weise, finden sich ferner an den primären Langtrieben von *Phyllocladus trichomanoides* Don, von welchen bekanntlich in meist viergliedrigen Scheinquirlen die Phyllocladien tragenden secundären Zweige ausgehen, die bei dieser Pflanze stets nur schuppenartig entwickelten Blätter nach dem système bijugué angeordnet (Divg. $\frac{5}{13}$). Indessen gelang es mir in diesem Falle nicht, über ein Constatiren dieser Thatsache hinauszugehen.

Ein den letzterwähnten Fällen insofern analoges Verhalten, als auch hier das dritte und vierte Blatt der Axillarknospe in ungefähr gleicher Höhe inserirt ist, beobachtete ich bei *Podocarpus Totara* Don. Da die Blattwinkel dieser Pflanze meistens auffallend symmetrisch gebildet sind, so kann es nicht befremden, dass die ersten Blätter der Axillarknospe fast immer decussirt stehen. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung geht alsdann die Blattanordnung der Axillartriebe früher oder später in eine einfache Spiralstellung über, die nach der Divergenz $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$ oder $\frac{5}{13}$ fortschreitet. Bisweilen findet sich auch zunächst eine ganz regellose Anordnung, die erst allmählich zu einer ausgesprochenen Spiralstellung hinüberführt. Die Uebergänge vollziehen sich hier in gleicher Weise wie an den primären Sämlingsaxen mit opponirten Kotyledonen.

Während es für die grosse Mehrzahl der Coniferen als typisch zu betrachten ist, dass das dritte Blatt der Axillarknospe auf die Stammseite fällt, zeigen, wie schon erwähnt, einige Taxineen insofern eine gewisse Hinneigung zum Dikotylentypus, als bei ihnen das dritte Blatt der Axillarknospe regelmässig dem Tragblatte zugekehrt ist. Für *Ginkgo biloba* und *Taxus baccata* ist dieses Verhalten bereits früher von mir constatirt worden¹); diesen beiden Beispielen kann ich jetzt noch vier andere hinzufügen. Die seitliche Abweichung des dritten Blattes der Knospe fand ich bei diesen Pflanzen im Allgemeinen durch eine seitliche Verschiebung des Tragblattes bedingt. Die speciellen Beobachtungen hierüber ergaben für *Ginkgo biloba* L. Divg. $\frac{2}{5}$, seitliche Verschiebung des Tragblatts $\delta' = 2^{\circ}$, Neigungswinkel der Schnittebene $\varepsilon = 56^{\circ}$, also der auf den Stammquerschnitt reducirte Verschiebungswinkel $\delta = 3\frac{1}{2}^{\circ}$; in einem anderen Falle $\delta' = 2^{\circ}\,10'$, $\varepsilon = 20^{\circ}$, $\delta = 2\frac{1}{2}^{\circ}$; *Taxus baccata* L. Divg. $\frac{5}{13}$, $\delta' = 3^{\circ}\,10'$, $\varepsilon = 28^{\circ}$, $\delta = 3\frac{1}{2}^{\circ}$ *T. tardiva* Laws. Divg. $\frac{5}{13}$, $\delta' = 6^{\circ}\,20'$, $\varepsilon = 65^{\circ}$, $\delta = 15^{\circ}$; *T. cuspidata* Sieb. et Zucc. Divg. $\frac{5}{13}$, Asymmetrie des Blattwinkels nur gering; *Torreya grandis* Fortune Divg. $\frac{3}{8}$, $\delta' = 5^{\circ}$, $\varepsilon = 40^{\circ}$, $\delta = 6\frac{1}{2}^{\circ}$ (vgl. Fig. 9); *Saxe-Gothaea conspicua* Lindl. Divg. $\frac{3}{8}$, $\delta' = 8^{\circ}$, $\varepsilon = 30^{\circ}$, $\delta = 9^{\circ}$.

---

1) a. a. O. S. 125.

Diese Abweichung in der Orientirung des dritten Blattes der Axillarknospe ist für *Ginkgo biloba* nicht überraschend, da dieser Baum ja in mancher Beziehung eine Annäherung an den Dikotylentypus zeigt; auffallender ist sie für die anderen der genannten Taxineen und dürfte für einige derselben vielleicht nicht ganz ausnahmslos vorhanden sein, zumal sich bei nahe verwandten Arten auch die entgegengesetzte Orientirung findet. Als eine vermittelnde Stellung kann die oben besprochene decussirte Anordnuug der ersten Knospenblätter angesehen werden, die gleichfalls nur bei nahe verwandten Taxineen hervortrat und eben dadurch charakterisirt ist, dass das dritte und vierte Blatt in ungefähr gleicher Höhe inserirt ist, somit also weder die Stamm- noch die Tragblattseite als die günstigere erscheint. Verständlich wird uns dieses abweichende Verhalten durch die Thatsache, dass bei den Taxineen die Seitentriebe im Allgemeinen unter einem spitzeren Winkel aus dem Mutterstamm hervorspriessen als bei den übrigen Coniferen, jedoch sind die Unterschiede in den einzelnen Fällen keineswegs so extrem, dass man die Orientirung des dritten Blattes mit Sicherheit vorhersagen könnte.

Die allgemeinen Ergebnisse meiner Untersuchung lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen.

A. An den Axillarknospen der bei weitem meisten Coniferen mit spiraliger Blattanordnung steht das dritte Blatt, der sperrigen Verzweigung entsprechend, dem Stamme zugewandt. Die seitliche Abweichung desselben, von welcher im Allgemeinen das Zustandekommen und die Wendung der Spirale abhängt, findet sich durch drei Momente bedingt:

1) durch eine seitliche Verschiebung, welche das Tragblatt in Bezug auf die durch Stamm und Knospe gelegte Mediane darbietet,

2) durch eine schiefe Insertion des Tragblattes,

3) durch den Druck der Blattbasen der oberhalb des Tragblattes stehenden benachbarten Blätter des Muttersprosses.

Die beiden ersten Arten von Asymmetrie sind die auch für die Angiospermen typischen; der dritte Fall wurde dagegen von mir bisher nur an Coniferen beobachtet.

4) An den Beiknospen von *Sequoia sempervirens* ist für die seitliche Verschiebung des dritten Blattes der Druck des vierten Blattes des normalen Axillartriebs massgebend.

B. Bei einigen Taxineen mit weniger sperriger Verzweigung fällt das dritte Blatt der Knospe auf die Tragblattseite. Die seitliche Abweichung desselben wird hier durch eine seitliche Verschiebung des Tragblattes hervorgerufen.

C. Andere Taxineen zeigen eine vermittelnde Stellung zu A und B, indem die ersten Blätter der Axillarknospe decussirt stehen. Der Uebergang zur Spiralstellung vollzieht sich dann erst später. Für einige hierhergehörige Arten ist das Zustandekommen einer Doppelspirale, als typisch zu erachten.

Herrn Professor Dr. Schwendener, der die Liebenswürdigkeit besass, mir die Ausführung der Untersuchungen zu vorstehender Mittheilung im Königlichen Botanischen Institut zu Berlin zu gestatten, spreche ich hierfür sowie für das meinen Untersuchungen entgegengebrachte freundliche Interesse meinen herzlichsten Dank aus.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Querschnitt durch eine Axillarknospe eines Sämlings von *Pinus Pinea* L. *var. molli putamine* nebst Stamm und Tragblatt, ca. 15 mal vergr. Das Tragblatt ist nach rechts aus der durch Stamm und Knospe gelegten Mediane verschoben, das dritte Blatt der Knospe steht nach links-hinten.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Blattwinkel von *Podocarpus Meyeriana* Endl., ca. 15 mal vergr. Das Tragblatt ist in der Richtung von links-unten nach rechts-oben schief inserirt. Das dritte Blatt der Axillarknospe fällt nach links-hinten. Die punktirten Linien entsprechen einer tieferen Einstellung.

Fig. 3. Querschnitt durch eine Axillarknospe eines Sämlings von *Pinus silvestris* L., ca. 26 mal vergr. Das Tragblatt zeigt seitliche Verschiebung nach rechts in Verbindung mit schiefer Insertion von links-unten nach rechts-oben. Das dritte Blatt der Knospe steht nach links-hinten.

Fig. 4. Schema einer rechtsläufigen Spiralstellung mit der Divergenz $\frac{8}{21}$; vgl. S. 62.

Fig. 5. Querschnitt durch einen Blattwinkel von *Araucaria excelsa* R. Brown, ca. 12 mal vergr. Der Druck der Blattbasis von Blatt 5 des Muttersprosses bedingt die seitliche Abweichung des dritten Blattes der Axillarknospe.

Fig. 6. Querschnitt durch einen Blattwinkel von *Sequoia gigantea* Torrey, ca. 20 mal vergr. Das Tragblatt ist nach rechts verschoben, ausserdem bewirkt der Druck des Blattes 3 des Muttersprosses die Abweichung des dritten Blattes der Axillarknospe nach links.

Fig. 7. Querschnitt durch eine Axillarknospe von *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc., ca. 15 mal vergr. Die Schuppenblätter der Knospe stehen decussirt.

Fig. 8. Querschnitt durch eine terminale Laubblattknospe derselben Pflanze, ca. 15 mal vergr. Die Laubblätter stehen in einer Doppelspirale mit der Divg. $\frac{3}{8}$.

Fig. 9. Querschnitt durch eine Axillarknospe von *Torreya grandis* Fortune, ca. 15 mal vergr. Das Tragblatt ist nach links aus der Mediane verschoben, das dritte Blatt der Axillarknospe steht nach rechts-vorn.

Ueber Knollen- und Zwiebelbildung bei den Juncaceen.

Von

Franz Buchenau.

Knollen- oder Zwiebelbildung tritt in der Familie der *Juncaceen* nur in sehr beschränkter Weise auf, während sie in der so nahe verwandten Familie der *Liliaceen* bekanntlich eine grosse Rolle spielt. Ob sie bei irgend einer Art der *Juncaceen* unbedingt zum Kreislaufe der Metamorphose gehört, ist mir zweifelhaft; vielleicht ist dies aber doch der Fall bei der mediterranen *Luzula nodulosa.* — Indessen zeigen die Knollen- und Zwiebelbildungen dieser Pflanzen doch so manche Eigenthümlichkeit, dass es sich wohl verlohnt, einmal die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sie zu lenken.

Knollige bezw. zwiebelige Verdickungen treten auf:

a) bei normaler Vegetation an den Rhizomen oder am Grunde des Stengels: regelmässig wahrscheinlich bei *Luzula nodulosa;* — zuweilen und meist unter dem Einflusse besonderer klimatischer Einflüsse: Knollenbildung bei *Juncus subulatus*, *nodosus*, *marginatus*, *supinus*, und selten bei *J. lampocarpus* und *acutiflorus;* Zwiebelbildung bei *Luzula campestris* var. *bulbosa Fr. Buchenau;*

b) bei Erkrankung:
  - α) durch Pilze erzeugte Wurzelknollen, Gallen: *J. bufonius*, *Tenageja*, *lampocarpus* und *Elliottii;*
  - β) durch Thierlarven erzeugte Wurzelknollen, Gallen: *J. heterophyllus*, *bufonius*, *lampocarpus;*
  - γ) durch Thierlarven erzeugte zwiebelähnliche Bildungen, Quasten, an Laub- und Blüthensprossen von *Juncus*-Arten aus den Untergattungen: *J. septati* und *graminifolii.*

Ich werde diese Bildungen nach der vorstehenden Reihenfolge kurz beschreiben.

a, 1) *Luzula nodulosa E. M. (L. graeca Kunth; Subgenus Gymnodes).* Auf Bergwiesen des Mediterrangebietes, nachgewiesen für Griechenland, Creta, Kleinasien¹) und Algier). — Die Pflanze besitzt ein kurzgliedriges, wenig verzweigtes, horizontales oder schräg aufsteigendes Rhizom. Die einzelnen Internodien desselben sind häufig (ob immer?) etwas angeschwollen, wodurch das Rhizom eine Perlschnur- oder Rosenkranz-Form erhält, von welcher der Species-Name der Pflanze entnommen ist. An dieser Anschwellung nimmt zuweilen auch der Grund des Stengels Antheil. Der Durchmesser der dünneren Parthieen beträgt etwa 3, der der dickeren 4 bis 5 mm. (Eine ähnliche aber noch viel schönere Perlschnurform der Stengelbasis zeigt *Poa sylvicola Gussone;* vergl. die Schilderung und Abbildung von Th. Irmisch, in Verh. bot. Verein Brandenburg, 1874, p. 1—5, Taf. I).

---

1) Siehe Anhang.

a, 2) *Juncus subulatus Forskal* (*J. multiflorus* Desf.; einziger Typus der Untergattung *Junci subulati;* Strandpflanze des Mediterrangebietes). Die Pflanze besitzt ein kräftiges horizontales, sympodial gebautes Rhizom, an welchem die einzelnen Stengel sich in Abständen von 1 bis 6 (meistens 2 bis 5) cm auf einander folgen; die Anzahl der Niederblätter an denselben ist ziemlich beträchtlich, scheint aber nicht fest bestimmt zu sein (an dem gestreckten Rhizome einzelner Herbariumsexemplare zählte ich zwischen zwei Stengeln 8 bis 10 Niederblätter). Das Rhizom ist braun gefärbt und besitzt einen Durchmesser von 2½ bis 5 mm. Auf dem Querschnitt zeigt es eine tiefbraune, abgestorbene, meist 5- bis 6schichtige Oberhaut, dann ein korkfarbenes, parenchymatisches, homogenes (nicht von Längshöhlen durchzogenes) Rindengewebe; auf dasselbe folgt eine aus 4 bis 5 Schichten tiefbrauner, sehr stark verdickter Sklerenchymzellen bestehende Schutzscheide und dann in deren Innerem ein weisses, stärkereiches Markparenchym mit zahlreichen eingestreuten concentrisch-gebauten Gefässbündeln, welche ringsherum gelbe Bastbelege besitzen. — Bei dieser Art zeigt sich nun häufig (jedoch durchaus nicht immer!) eine knollige Anschwellung des untersten Internodiums des aufrechten Stengels oder des dem Stengel vorangehenden Rhizomgliedes, oder auch beider zugleich; auch eine allmähliche Anschwellung mehrerer Internodien des Rhizomes kommt vor. Der Durchmesser dieser knollen- oder im letzten Falle mehr rübenförmigen Anschwellung steigt bis auf 8 mm. Zuweilen ist auch die vorgestreckte noch unentwickelte Spitze des Rhizomes knollenförmig verdickt. — In den verdickten Theilen ist namentlich das Markparenchym vergrössert. Da die Verdickungen gestauchten Achsengliedern angehören und auf ihnen meist mehrere Niederblätter und zahlreiche Nebenwurzeln entspringen, so sind Querschnitte durch dieselben infolge der seitlich abbiegenden Gefässbündel weit unregelmässiger gebaut als Querschnitte durch die gestreckten Glieder des Rhizomes.

Die Neigung zur Verdickung der Achsenglieder zeigt sich bereits in der ersten Lebenszeit der Pflanze. Keimpflanzen entwickeln schon im ersten Monate aus den Achseln zweier Laubblätter (gewöhnlich des 3. und 4.) Sprosse. Die primane Grundachse schwillt, ebenso wie die Achse der Seitentriebe, knollig an; während jene aber senkrecht steht, sind diese bereits schräg oder horizontal gerichtet. Die Nebenachsen durchbrechen die Scheide ihres Mutterblattes; sie beginnem mit einem dreieckigen zweikieligen Niederblatte, auf welches dann noch 3 immer länger werdende Niederblätter folgen; das letzte derselben besitzt bereits eine Lamina von beträchtlicher Länge; die folgenden Blätter sind ächte Laubblätter. Schon im zweiten Monate entwickelt sich jederseits aus der Achsel des zweiten Niederblattes ein tertianer, horizontal oder gar absteigend gerichteter Spross, mit dessen Auswachsen das (zunächst freilich noch dünne) Rhizom gebildet ist; er durchbricht wieder unmittelbar die Basis seines Mutterblattes (jenes zweiten Niederblattes).

a, 3) *Juncus nodosus L.* (Subgenus: *Junci septati*; in Nordamerika auf feuchten Stellen weit verbreitet und in mehreren gut charakterisirten Varietäten auftretend). — Grundachse dünne Ausläufer von 1 bis 2 (selten 2,5) mm Dicke bildend; Internodien derselben verlängert, so dass die Stengel 4 bis 10 cm von einander entfernt sind. Die Ausläufer sind meistens (bei weitem nicht immer) an der Spitze angeschwollen, so dass die unregelmässig geformte Knolle von der Spitze des Ausläufers und der Basis des aufgerichteten Stengels gebildet wird. Die Knollen erreichen eine Länge von etwa 1 cm, bei 1 bis 8 mm Durchmesser. Seitwärts aus der Knolle wächst der neue dünne Ausläufer hervor, welcher das Sympodium fortsetzt. Die Ausläufer widerstehen der Verwitterung ziemlich lange, so dass die abgestorbenen Knollen noch durch längere bindfadenähnliche Stücke derselben mit einander verbunden bleiben. — Bei der var. *texanus Engelmann* sah ich noch keine Knollen.

a, 4) *Juncus marginatus Rostkovius* (Subgenus: *Junci graminifolii;* Waldpflanze der östlichen Vereinigten Staaten, von da an bis Mexiko und einzeln auch im Osten von Südamerika verbreitet). — Dichtrasig wachsend, dabei aber kurze, dicke, mit Niederblättern besetzte Rhizome bildend. Basis der aufrechten Stengel oft knollig angeschwollen; diese Anschwellung geht vom kaum Merklichen bis zur Form eines flachen Kuchens von 10, ja selbst 12 mm Durchmesser. An der Verdickung nehmen weder die Blattbasen, noch die (an sich schon dicken) Rhizome theil. — Die knollige Anschwellung hat grosse Aehnlichkeit mit derjenigen von *Phleum pratense,* nach welcher die betreffende Form dieses Grases den Namen var. *nodosum* erhalten hat.

a, 5) »*Juncus bulbosus L.*« Es ist bekannt, dass Linné in der ersten Auflage der Flora suecica und der Species plantarum eine andere Art unter diesem Namen verstand als in den zweiten Auflagen jener Werke und in seinen späteren Schriften; in jenen nämlich den *J. supinus Mch.*[1]), in diesen den *J. compressus Jacq.* Zwar ist die kurze diagnostische Phrase (foliis linearibus canaliculatis, capsulis obtusis) in beiden Ausgaben der Spec. (1753 und 1762) dieselbe, auch stimmen einige der Citate überein, doch weisen die anderen Angaben deutlich auf die Verschiedenheit hin, und die in der zweiten Auflage gegebene Beschreibung:

> »Radix repens, densa. Culmi filiformes, subcompressi. Folia linearia, laevia, subtus convexa et striata, supra canaliculata. Folium florale longitudine corymbi. Corymbus communis et partialis inaequales. Capsulae ovatae, fuscae, nitidae«

---

1) Oder ein unkritisches Gemisch von *J. supinus* und *compressus.* Vgl. darüber u. a. Fr. Ehrhart, Beiträge, 1788, III, p. 111; 1789, IV, p. 166; Patze, Meyer und Elkan, Flora der Provinz Preussen, 1850, p. 69; C. Fr. Nyman, Conspectus florae Europaeae, 1882, p. 749.

lässt über die Pflanze, welche wir jetzt *J. compressus Jacq.* nennen, keinen Zweifel. — Der Name *J. bulbosus* muss aber nicht allein aus diesem Grunde, sondern weil er für die beiden bezeichneten Arten widersinnig ist, fallen gelassen werden. An beiden Pflanzen ist absolut Nichts von einer Zwiebel zu finden. obwohl man verschiedenen Versuchen begegnet, die Bezeichnung »*bulbosus*« für den *J. compressus Jacq.* zu retten. So sagt z. B. Franz von Paula Schrank (Baier'sche Flora, 1789, I, p. 618): »Die Pflanze macht sich ausser den angegebenen Merkmalen kenntlich durch ihre an der Wurzel etwas gedrängten Halme und Blätter, die eine Bulbe vorstellen . . . .«. Und Panzer in der Bearbeitung von Linné's Pflanzensystem (1785, XII, p. 612) sagt: »Sie hat eine kriechende Wurzel, welche nicht uneigentlich knollig oder zwiebelig genannt zu werden verdient«. Alle diese Versuche thuen aber der Natur Zwang an; der Name *J. bulbosus* muss als zweideutig und widersinnig aufgegeben werden, und es ist nicht zu billigen, wenn E. Regel ihn noch 1880 in seinem Aufsatze: Juncacearum . . . . . centrasiaticarum adhuc cognitarum enumeratio, in: Acta horti Petropolit. VII, gebraucht.

Ich vermuthe nun aber, dass der Wahl des Namens *J. bulbosus* durch Linné ein Körnchen richtiger Anschauung zu Grunde gelegen hat, dass Linné nämlich Exemplare von *J. supinus* mit knollig angeschwollener Basis vor sich gehabt hat; er wird dann das Ganze der mittleren Knolle und der beiden seitenständigen Knollen für eine Zwiebel gehalten haben und so zur Anwendung des Ausdruckes: »Bulbosus« für die Pflanze gekommen sein. Schon aus diesem Grunde verdient die Knollenbildung bei *J. supinus* eine nähere Beachtung; sie hat aber bisher nur gelegentliche Erwähnung, keine genauere Schilderung, erfahren.

Ernst Meyer in seinen auch jetzt noch beachtenswerthen »Grundzügen zur Diagnostik der Arten in der Gattung *Juncus*« (Flora 1819, No. 10) sagt: »Die Wurzel ist bei den *Juncis* sehr einförmig, fast immer fibrosa, simplex. Die angebliche *radix bulbosa* des *J. uliginosus Roth*[1]) ist eigentlich nicht mehr Wurzel, sondern Wurzelstock (rhizoma) . . . . . *Rhizoma bulbosum* ist selten; selbst beim *J. uliginosus* nicht immer stark ausgebildet. Beim *J. lampocarpus* fand ich es noch seltener; immer nur dann, wenn diese Wasserpflanzen zufällig auf trockenen Stellen wachsen.

Eine Abbildung des *Juncus supinus* mit knollig verdickter Stengelbasis gibt Smith in der English botany, 1801, XII, Tab. 801, und erwähnt zugleich bei »*J. bulbosus L.*« (XIII, Tab. 934 = *J. compressus Jacq.*), dass die Wurzel sicherlich nicht zwiebelig und der Speciesname daher nicht passend sei. — J. Lange, Pugillus plantarum imprimis hispanicarum, in Videnskabelige Meddelelser 1851, p. 66, erwähnt diese Form in folgender

---

1) = *J. supinus Mch.!* (Fr. B.).

Weise: *Juncus supinus:* forma culmis basi bulboso-incrassatis, glomerulis magnis, multifloris (*J. bulbosus L.* Sp. ed. I; *J. supinus* var. *nodosus* Lge. exs. No. 144) — beim Dorfe Monte Salgeiro, Galizien.

Lange thut Recht daran, dass er die Varietätsbezeichnung zurückzieht, denn die Knollenbildung ist bei *J. supinus* direct und unmittelbar vom Standorte abhängig. An Pflanzen, welche in oder an Gräben, in nassen Moospolstern oder an sonstigen nasskalten Stellen wachsen, fand ich niemals verdickte Stengel, oft dagegen an Pflanzen von wärmeren sandigen Stellen, welche ihre Feuchtigkeit wesentlich durch Capillarität aus der Tiefe des Bodens erhalten. Dies ist z. B. besonders der Fall auf den ostfriesischen Inseln, und dort kommt denn auch die Form mit Knollen in besonders schöner Ausbildung vor.

Juncus supinus.

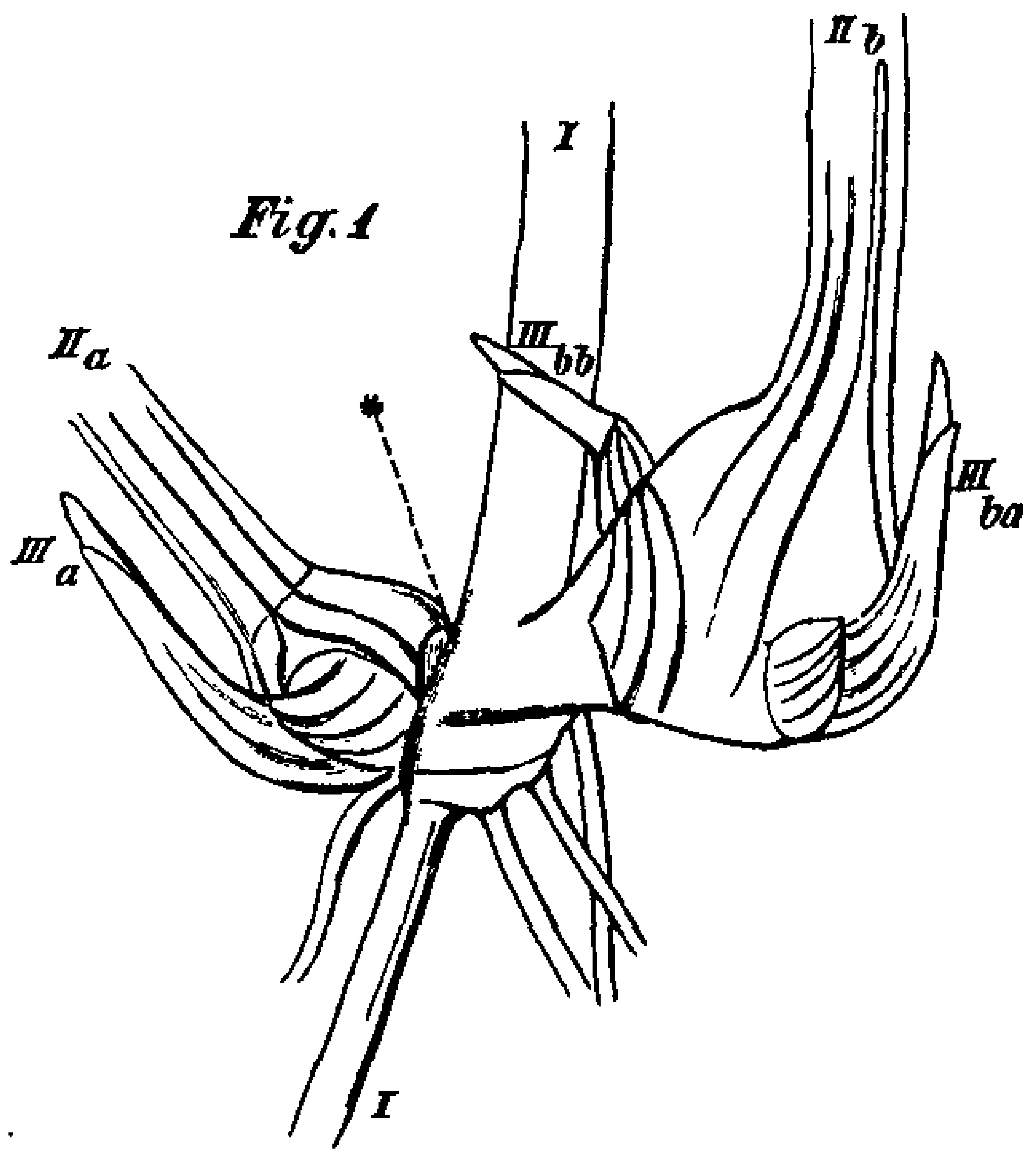


Fig. 1

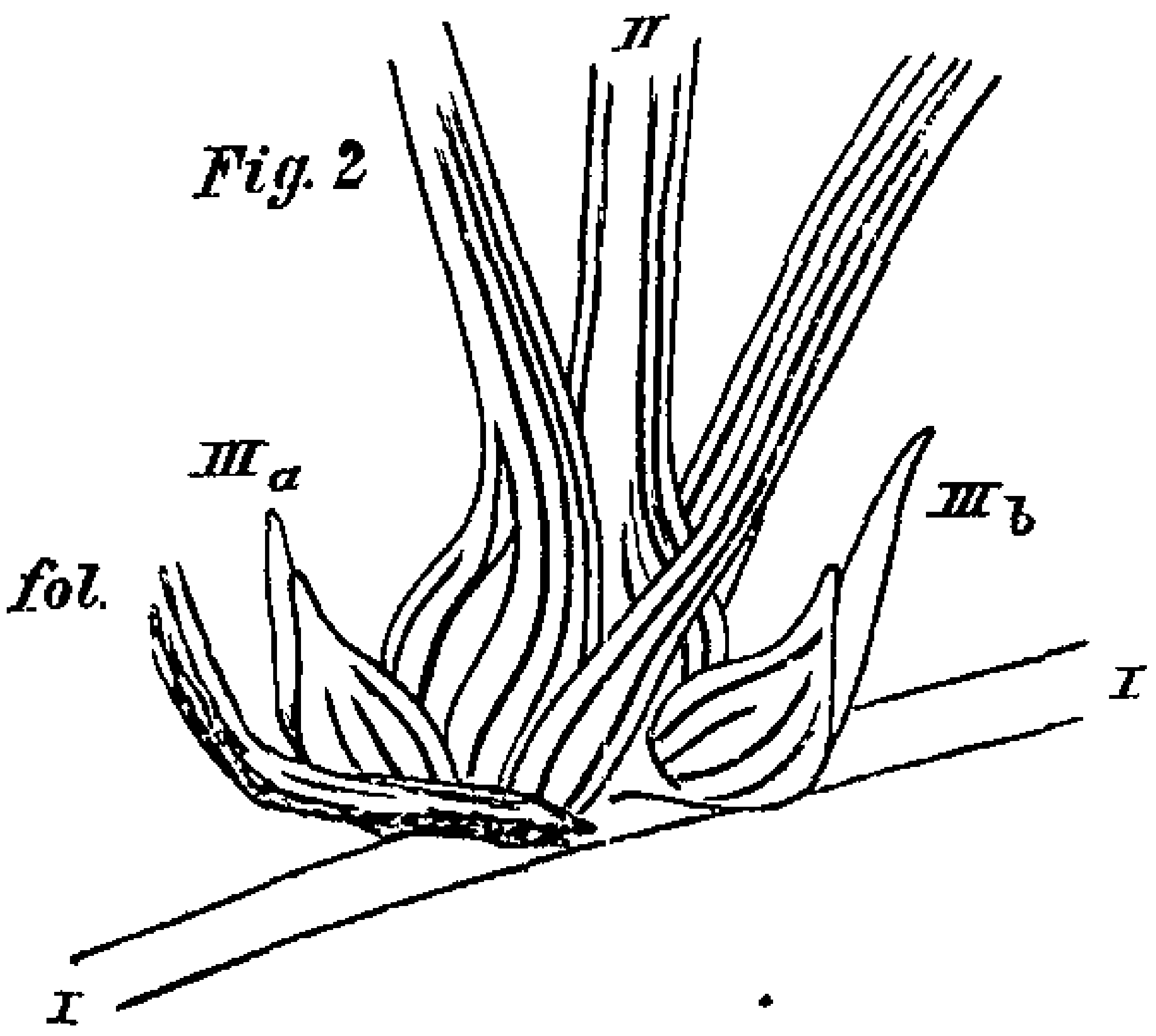
Knollenbildender Trieb. Ein gestrecktes Interfolium trägt oben *L*, welche nicht mitgezeichnet sind; aus der Achsel des untersten derselben entspringt *IIa*, aus der des zweiten *IIb*. Der Trieb *IIa* hat aus der Achsel seines zweiten Bl. den Trieb *IIIa* gebildet, *IIb* dagegen hat zwei Achseltriebe (was nicht eben häufig ist); *IIIba* ist der gewöhnlich auftretende in der Achsel des 2. Niederblattes; *IIIbb* ist der seltenere aus der Achsel des 3. — 5fache Vergrösserung.

Fig. 1 und 2 stellen zwei auf Borkum im Jahre 1869 gesammelte und gezeichnete Exemplare dar. An beiden sind die abgestorbenen Blätter entfernt und die Nebenwurzeln meistens oder alle weggelassen.

In Fig. 1 ist die relative Hauptachse schräg aufsteigend. Unter der Region der Knollenbildung ist sie dünn; oberhalb derselben bildet sie einen kräftigeren Blüthenstengel. An der gestauchten Stelle, an welcher in der Zeichnung die Nebenwurzeln angedeutet sind, trug sie zwei (jetzt abgestorbene) Laubblätter. Aus den Achseln derselben entspringen die beiden Knollen II_a und II_b; beide beginnen mit einem sehr kurzen dreieckigen Niederblatte (dasjenige von II_a ist bei * nur mit der äussersten Spitze sichtbar). Aus der Achsel des zweiten (etwa 6—10 mm langen) Niederblattes jederseits entspringen bereits neue Knollen (III_a und III_{ba}). Auf die Niederblätter folgen dann 2 bis 3 Laubblätter; rechts ist aus der Achsel des untersten Laubblattes noch eine Knolle (III_{bb}) entstanden. Nach kurzer Zeit würde dieses Exemplar also einen Büschel von fünf wohl ausgebildeten Knollen besessen haben.

Fig. 2. Die Hauptachse ist hier ein dünner schrägliegender Stengel (*I*). An ihm entspringt seitlich aus der Achsel des abgestorbenen Laubblattes

fol. der aufgerichtete Stengel *II* mit knollig verdickter Basis. Das Niederblatt, mit welchem er begann, ist bereits abgestorben und nicht mitgezeichnet. Die Basen der beiden folgenden Blätter sind von den knollig verdickten Sprossen III_a und III_b durchbrochen; an diesen beiden Sprossen sind die beiden untersten Niederblätter zu erkennen.



Knollenbildender Trieb seitwärts an *I* in der Achsel des abgestorbenen *L* (*fol*) sitzend. An dem Triebe *II* ist das Grundblatt abgestorben und nicht gezeichnet; *IIIa* und *IIIb* sind seine beiden Seitentriebe, welche ihre Mutterblätter durchbrochen haben; auch die Basis von *II* ist knollig angeschwollen. — 5 fache Vergrösserung.

Selten hat ein Trieb mehr als 2 oder 3 Laubblätter; dann folgt ein gedehntes Interfolium und zwar entweder in Gestalt eines aufrechten Stengels (Schaftes) oder eines mehr oder weniger niedergestreckten Ausläufers.

Die Knollen bilden blassfleischrothe Kügelchen von 2—3 mm Durchmesser; die Niederblätter sind weiss oder blassröthlich gefärbt und nicht verdickt. — Die im Sommer gebildeten Knollen wachsen sofort zu Stengeln aus; die im Herbste gebildeten dagegen überwintern und werden im Laufe des Winters durch Absterben aller übrigen Theile der Pflanze frei. Durch die starke Verzweigung der Pflanze kann im Laufe eines Sommers aus einer einzigen Knolle ein ziemlich grosser Rasen werden.

Aehnliche knollige Verdickung der Triebe, wie sie bei *J. supinus* durchaus nicht selten ist, findet sich als wirkliche Seltenheit auch bei anderen Arten der Untergattung *J. septati;* so beobachtete ich sie einmal an der Endknospe eines Exemplares von *Juncus lampocarpus Ehrh.* vom sandigen Ufer des Wollingster See's in der Flora von Bremen. — Mielichhofer beobachtete bei seinem *Juncus rufus* am Rande einer Insel im Zellersee (Pinzgau) einen »kleinen doppelten Bulbus, welcher am unteren Theile des Halmes bei den Wurzelfasern herauskommt«. (Nach D. H. Hoppe, Flora 1839, p. 490, ist der *J. rufus Mielichhofer* eine zarte Form von *J. acutiflorus Ehrh.*) — H. Wydler beschreibt in einer seiner bescheidenen und doch so überaus reichhaltigen Morphologischen Bemerkungen (Ueber die Knollenbildung bei *Scrofularia nodosa* in Flora 1853, p. 23) Knollenbildungen von *Juncus lampocarpus* folgendermassen: »Auch bei *Smilax Sarsaparilla?* oder einer verwandten Art und bei *Juncus lampocarpus* sind die Zweige an der Basis knollig verdickt. Bei der erstern entspringen sie aus den Niederblattachseln des Rhizoms; bei letzterer aus den unteren Blättern eines (relativen) Hauptstengels. Bei beiden tragen die Knollen eine Anzahl Niederblätter, treiben Wurzelfasern, und können alsdann, nachdem sie durch Verwelken des Mutterstammes frei geworden sind, ihr Leben für sich fortsetzen.

a, б) *Luzula campestris DC.* var. *bulbosa Fr. Buchenau* (Untergattung *Gymnodes,* Neuholland; Tasmania; eine ganz ähnliche Form auf der Insel Wranina, Montenegro). — Eine sehr merkwürdige Form. Ausser der Basis des Stengels sind auch die grundständigen Niederblätter mehr oder weniger verdickt, wodurch wirkliche kleine Zwiebeln entstehen. Am Grunde des diesjährigen Stengels finden sich am Schlusse der Vegetationsperiode 2, seltener 3 kleine, gelblichweisse Zwiebeln, die Anlagen der nächstjährigen Stengel. Sie sind 5 bis 15 mm lang. Mit der Basis des diesjährigen Stengels werden sie durch ein verdicktes Achsenglied zusammengehalten; aus dem letzteren brechen die Nebenwurzeln hervor. Da diese Achsenverbindung bis in das nächste Jahr hinein frisch bleibt, so bleiben die Zwiebeln zu kleinen Büscheln verbunden. — Das mir vorliegende (von Ebel gesammelte) Exemplar aus Montenegro zeigt die besondere Eigenthümlichkeit, dass die zu Nährblättern gewordenen Niederblätter auf der Innenseite unterhalb der Spitze einen Büschel langer weisser Haare tragen, wie sie sich regelmässig an der Scheidenmündung der Laubblätter finden. Meine neuholländischen Exemplare sind an jenen Stellen entweder ganz kahl oder besitzen nur ganz einzelne Haare.

b, *α*) Durch die Untersuchungen von Magnus, Weber und Lagerheim [1]) sind drei Arten einer Pilzgattung *Schinzia* Nägeli (*Entorrhiza* Weber) bekannt geworden, welche an den Wurzeln verschiedener *Juncus*-Arten Knollenbildung bewirken. Es sind die *Sch. Casparyana* Magnus auf *J. Tenageja*, *Sch. Aschersoniana* Magnus auf *J. bufonius* und *Sch. digitata* (Lagerheim) Buchenau auf *J. lampocarpus.* Sie wurden bereits in sehr verschiedenen Gegenden von Europa, meist in sandigem, nicht zu feuchtem Erdreiche gefunden und sind gewiss weiter verbreitet. — Die Knollen von *Juncus bufonius* und *J. Tenageja* befinden sich an der Spitze von Wurzeln. Sie sind meist von rundlicher oder eiförmiger Gestalt, seltener an der Spitze fingerförmig getheilt; die auf *Juncus lampocarpus* gebildeten sind meist tiefer getheilt und erinnern in der Form an die bekannten chinesischen Galläpfel von Rhus Osbekii. Die Länge steigt wohl nur selten über 10 mm. – Die Vegetation der *Schinzia* regt (ebenso wie die des später zu erwähnenden Pilzes in *Juncus Elliottii*) das Periblem zu enormer Vermehrung an, auf welcher die knollige Verdickung beruht. Der Pleromtheil, die Schutzscheide und der innere sklerenchymatische Gefässbündelstrang enthalten den Pilz nicht. Die *Schinzia*-Hyphen durchbohren die Wandungen der parenchymatischen Zellen des Periblems; sie bilden im Innern der Zelle ihre gelben oder braunen Sporen, welche zuletzt die ganze Knolle als ein lockeres Pulver erfüllen.

---

1) Hedwigia 1888, Heft 9 und 10; daselbst ist die ältere Litteratur zusammengestellt; vergl. aber Anhang zu diesem Aufsatze, II.

Juncus Elliottii Chapman (Subgenus: *Junci septati.* An sumpfigen Ufern der südöstlichen und südlichen Vereinigten Staaten). — An Exemplaren, welche Curtiss unter No. 2971 seiner *North-American Plants* ausgegeben hat, finden sich an einzelnen Wurzeln Knollen, welche sich bei der mikroskopischen Untersuchung als durch einen Pilz gebildet erwiesen. Die betreffenden Wurzeln sind ziemlich dick (von 0,5 bis 0,8 mm Durchmesser). Unterhalb der Mitte besitzt die Wurzel eine cylindrisch-eiförmige Knolle von 12 bis 17 mm Länge bei 3 bis 4 mm Durchmesser; ihre Oberfläche ist etwas längsrunzelig, heller oder dunkler kastanienbraun gefärbt (während die Wurzeln selbst rostfarbig sind) und ebenso wie die dünnen Wurzeltheile zuerst mit Saughaaren besetzt, welche später verschwinden. An beiden Enden ist die Knolle ziemlich rasch in die Wurzel verjüngt; das Stück der Wurzel unter der Knolle ist kurz und bemerklich dünner als das oberhalb befindliche Stück. — Die mikroskopische Untersuchung ergab Folgendes. Unter der äussersten Schicht sehr zarter Zellen, aus denen die Saughaare entspringen, und von denen jetzt theilweise nur noch geringe Reste vorhanden waren, liegt eine braungelbe, einschichtige, aus ⋒-förmig verdickten sehr festen Zellen bestehende Epidermis. Das nun folgende strahlig gebaute Rindenparenchym (von etwa $^1/_5$ mm Radius) ist in der normalen Wurzel längst zu strahlig verlaufenden Zellplatten collabirt. In der Wurzelknolle ist es enorm vermehrt, so dass sein Radius etwa 2 mm beträgt; die Zellen, gleichfalls in radialer Richtung sehr gestreckt, sind zwar strahlig angeordnet, aber völlig frisch, nicht collabirt oder von einander getrennt und an den Ecken mit kleinen Intercellularräumen versehen. Die Farbe dieses Rindengewebes der Knolle ist ein wässeriges Weiss; die Zellen besitzen farblosen Saft und sehr zahlreiche Stärkekörner. — Der innere Strang der Wurzel ist sehr wenig verändert, nur ist die Verdickung seiner Zellen geringer, ihre Färbung blasser als in dem fadenförmigen Theile der Wurzel. Dies gilt sowohl von der gemeinsamen, einschichtigen, aus U-förmig verdickten Zellen bestehenden Schutzscheide, als von dem aus den Gefässbündeln bestehenden innern Cylinder. — Unmittelbar unter der Schutzscheide liegen im Kreise herum einzelne Ringgefässe; das dann folgende Phloëm ist zuletzt sehr stark verdickt, so dass nur einzelne Zellen oder gar nur einzelne Zellwandungen unverdickt bleiben; hierauf folgt ein Kreis weitlumiger Treppengefässe und das Centrum wird von stark verdickten Sklerenchymzellen gebildet. — Pilzsporen waren in der untersuchten Wurzelknolle nicht zu finden; dagegen lagen in den längsverlaufenden Intercellularräumen des Rindengewebes Geflechte von zarten Pilzhyphen, welche aber nirgends in das Innere der Zellen eindrangen. Da die Pilzhyphen das Rindengewebe nicht zerstören, sondern im Gegentheil zu enormer Vermehrung anregen, so muss diese Knollenbildung wohl als ein Fall von Symbiose aufgefasst werden. — An eine Bestimmung des Pilzes war bei dem Mangel der Sporenbildung nicht zu denken.

b, β) Knollige Verdickung an den Wurzelfasern von *Juncus heterophyllus Dufour* (Untergattung *J. septati*) beobachtete zuerst A. Franchet bei *Lanthenay* (Loir et Cher) und erwähnte sie in Billot, Annotations etc. p. 234 als ovale oder längliche Anschwellungen, welche leicht abbrechen. *J. Duval-Jouve* weist ähnliche Anschwellungen auch für *J. bufonius* und *lampocarpus* nach und giebt an, dass sie Insektengallen sind (de quelques Juncus à feuilles cloissonnées — in Revue des sciences naturelles, 1872, I, p. 123, adnot.). Näheres ist darüber noch nicht bekannt. Vergl. übrigens die Beschreibung von Knöllchen auf den Wurzeln von *Elymus arenarius*, Eug. Warming, Sma biolog. og morfol. Bidrag in: Botan. Tidsskrift, 3e ser., 1877, II, p. 93 (durch *Anguillulae* gebildet).

b, γ) Durch die Larve eines Insektes aus der Ordnung der Hemipteren: der *Livia juncorum Latreille*, werden auf mehreren Arten von *Juncus* sehr auffallende rothe, quastenförmige Triebe gebildet, welche weit verbreitet sind und den Schafen schädlich sein sollen. Ich beobachtete sie bis jetzt bei folgenden Arten der Untergattung *J. septati: J. lampocarpus*, *J. anceps* var. *atricapillus* (sehr selten!), *J. Elliottii Chapman* (südliche Vereinigte Staaten), *J. prismatocarpus R. Br.* var. *Leschenaultii Fr. B.* (Ostasien), *J. niponensis Fr. B.* (Japan, dem vorigen nahe verwandt!), *J. supinus Mch.*, *J. acuminatus Mchx.* var. *legitimus* (Nordamerika, wegen der Häufigkeit dieser Missbildung wurde diese Pflanze von Ernst Meyer *J. paradoxus* genannt), *J. acutiflorus Ehrh.* und merkwürdiger Weise auch bei *J. marginatus Rostkovius* (Nord-, Mittel- und Südamerika) aus der Untergattung *Junci graminifolii* — doch wird sie wohl auch noch auf anderen verwandten Arten vorkommen. Höchst auffällig ist dabei, dass das Thier zwischen sehr nahe verwandten Arten wohl zu unterscheiden vermag, die eine begünstigt, die andere aber verschmäht. So ist die Larve und die durch sie verursachte Quastenbildung häufig auf *Juncus lampocarpus;* auf dem so nahe verwandten *J. alpinus* sah ich sie aber noch nicht. Auf den friesischen Inseln wachsen *J. lampocarpus* und *J. anceps Lah.* var. *atricapillus Fr. B.* (der wieder dem *J. alpinus* nahe verwandt ist) in tausenden von Exemplaren und oft genug in nächster Nachbarschaft oder gar durcheinander; während aber auf *J. lampocarpus* die Missbildungen in manchen Jahren geradezu massenhaft auftreten, fehlen sie auf *J. anceps* v. *atricapillus*, und es ist mir erst nach langem und wiederholtem Suchen gelungen, ein einzelnes Exemplar auf demselben aufzufinden. — Die Triebe erhalten sich übrigens im abgestorbenen Zustande auf den Standorten besonders lange; man findet sie meist noch im nächsten Jahre (wenn auch stark verwittert) vor; dieser Umstand, sowie die braunrothe Farbe, deuten wohl auf einen bedeutenden Gehalt an Gerbstoff hin.

Die »Quasten« sind höchst auffällige Gebilde. Meist stehen sie nahe über dem Erdboden und bilden den Abschluss eines niedrigen Stengels;

nicht selten schliessen sie aber auch einen höheren Stengel ab, oder sie sind deutlich aus der Umbildung des Blüthenstandes hervorgegangen. Endlich kommt es auch vor, dass nur ein Zweig des Blüthenstandes oder zuletzt gar nur ein einzelnes Köpfchen in so auffälliger Weise umgebildet ist. — Die Quasten sind lebhaft roth (zwischen Hell-Kirschroth und einem lebhaften Bräunlich-Purpurroth) gefärbt, meist 2,5 bis 4, auf *Juncus acutiflorus* bis 5 cm lang, bei 1 bis 2,5, ja selbst 3 cm Querdurchmesser. Sie bestehen aus einem dichten Convolute von Blattscheiden, welche bei vollständiger Umbildung nur ganz kurze Blattflächen (Blattspitzen) tragen. Natürlich kommen hierbei alle Mittelstufen, von den noch nahezu vollständig entwickelten Blattflächen bis hinab zu verkümmerten Spitzen von wenigen Millimeter Länge, vor; oft haben an einem und demselben Quaste die unteren Blattscheiden noch längere Spitzen, die oberen (inneren) aber nur ganz kurze.

Ich habe diese sonderbaren Bildungen in meinen »Kleineren Beiträgen zur Naturgeschichte der *Juncaceen*« (Abh. Nat. Ver. Bremen, 1870, II) auf pag. 390 folgendermassen beschrieben:

»Die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Missbildung sind folgende:

1) das Unterbleiben jeder Längsdehnung der Achsen und infolge dieses Gestauchtbleibens eine dichte Zusammendrängung der Blätter;

2) ungemein starke Sprossung aus den Achseln fast sämmtlicher Blätter; diese sind nach einem zwischen $^1/_2$ und $^1/_3$ liegenden Divergenzbruche gestellt, aber nicht regelmässig und sind dabei mancherlei Drehungen, Verschiebungen und Faltungen unterworfen;

3) Veränderung der Form, Grösse und Farbe der Blätter selbst, Laubblätter sowohl als Niederblätter und Bracteen (soweit diese überhaupt noch zu unterscheiden sind) durch den Stich des Insekts«.

»Der Vaginaltheil vergrössert sich ganz ungemein, während die Lamina verkümmert (die letztere ist bei völliger Umbildung selten über 1 cm lang, wogegen die Vagina bis zu 2 cm Länge erreicht). Die Farbe der Blätter ist ein lebhaftes Hell-Kirschroth; die Ränder sind weisshäutig, die Mittelrippe der Vagina und die Lamina sind gewöhnlich grün gefärbt; die rothe Farbe entsteht offenbar durch eine Umwandlung des Chlorophylls, denn anfangs sind die Triebe, so lange sie sich noch in den Achseln der Blättern befinden und nicht direkt dem Lichte ausgesetzt sind, grün. Die gesammte Form der Triebe ist cylindrisch oder länglich-tonnenförmig; die Laminaspitzen sind etwas gekrümmt, gewöhnlich bogenförmig nach innen. Solcher walzlichen oder halbwalzlichen Triebe stehen vier, fünf, sechs und mehr in einem dicken, mehrere Centimeter langen und breiten Quast zusammen, der unmittelbar auf der Erdoberfläche steht (auf Borkum besonders häufig) oder einen aufrechten Stengel abschliesst; im letzten Falle findet man zuweilen auch noch eine normale Blüthe zwischen den so umgeänderten Blättern«[1]).

»Gilt die vorstehende Auseinandersetzung[2]) auch zunächst für die auf Borkum (einer der ostfriesischen Inseln) so häufigen Monstrositäten, so findet sie doch auch für die in andern Gegenden vorkommenden Anwendung; nur ist bei diesen die Umbildung selten so vollkommen. Meist ist es nur ein einzelner Zweig des Blüthenstandes oder gar nur ein einzelnes Köpfchen, welches in dieser Weise bis zur vollständigen Unkenntlichkeit umgewandelt ist«[3]).

»Ganz ähnlich verhält sich auch *J. supinus Mch.,* bei dem aber zu der hier beschriebenen Umbildung besonders häufig noch die Durchwachsung der Köpfchen hinzukommt. Bei dieser Art finden aber durch den Stich der *Livia juncorum* auch wirklich Umwandlungen der Blüthen statt, welche ich an *J. lampocarpus* nicht beobachtet habe. Die Blüthe ist im normalen Zustande etwa 2 mm lang und rothbraun gefärbt. Es zeigt sich zuerst eine Vergrösserung derselben. Die Perigonblätter verlängern sich und werden zu gleicher Zeit breiter; ihre Mitte wird rosenroth, die Ränder weisshäutig, die ganze Blüthe also weit heller. Die Genitalien verkümmern mehr und mehr. Solche Blüthen, bei denen also die Stellung der einzelnen Organe noch nicht gestört ist, erreichen eine Länge von 5—8 mm und selbst darüber«.

»Der zweite Schritt ist der, dass Sprossung aus den Achseln der Perigonblätter stattfindet. In voller Reinheit findet er sich nur selten; wir haben dann Blüthen mit sehr vergrösserten, aber noch regelmässig gestellten Perigonblättern und verkrüppelten Genitalien vor uns; in der Achsel eines oder mehrerer Perigonblätter sitzen mehr oder weniger grosse Knospen. Gewöhnlich ist mit dieser Sprossung auch eine Störung in der Stellung der Perigonblätter verbunden, die nicht mehr in regelmässigen Cyclen stehen. So wird der Uebergang zu den grossen (nicht selten bis 2 cm langen) Blattbüscheln gemacht, welche zuletzt die Stelle der Blüthen vertreten. Sie zeigen gewöhnlich eine lebhafte Rosen-Farbe mit hie und da Braun dazwischen. Zuweilen findet man in der Mitte eines grossen derartigen Triebes noch Rudimente der Genitalien; zuletzt aber verschwinden diese; im Centrum der Blüthe befindet sich eine Knospe, deren Blätter Laubspitzen haben, und damit ist die Umwandlung vollendet«.

Die vorstehend wieder mitgetheilte, vor mehr als 20 Jahren veröffentlichte Beschreibung finde ich auch jetzt noch durchaus zutreffend und habe nur noch wenige Bemerkungen hinzuzufügen. — Ganz besonders gross werden diese Quasten bei *Juncus acutiflorus Ehrh.*, auf dem sie in einzelnen Gegenden von Deutschland häufig sind. Hier werden sie bis 5 cm lang bei einem Querdurchmesser bis zu 3 cm. Die Farbe ist bei dieser Art mehr ein lebhaftes Bräunlich-Purpurroth. — Die Umbildung beruht also auf:

---

[1]) a. a. O. steht, wohl in Folge eines Schreibfehlers, hier statt »Blättern«: Blüthen.

[2]) Eine kurze Beschreibung dieser Bildungsabweichung gab H. Bocquillon: Note sur une monstruosité de *Juncus lampocarpus*, in Adansonia, 1863, IV, p. 83, 84.

[3]) Umbildung ganzer Stengel ist doch auch in anderen Gegenden gar nicht selten. Fr. B. (1890).

a) Stauchung aller Achsenglieder;

b) starker Sprossung aus den Achseln aller Blätter;

c) enormer Vergrösserung der Vaginaltheile der Blätter auf Kosten der Lamina;

d) veränderter Färbung und Textur des ganzen Gebildes.

Die Vaginaltheile der Blätter vergrössern sich, wie oben bemerkt, ganz bedeutend. Ich fand bei *J. acutiflorus* veränderte Blattscheiden von 3 cm Länge und (im ausgebreiteten Zustande!) 8 mm Breite und darüber; die Blattfläche verkümmert mit der zunehmenden Umbildung mehr und mehr und zeigt demnach alle Mittelstufen von 10 und selbst 20 cm Länge bis hinab zu kaum 1 cm. — Die Vergrösserung der Blattscheide ist so stark, dass selbst das erste Blatt jedes Triebes, das nach hinten fallende (adossirte) Grundblatt, welches im normalen Zustande nur aus einer dünnen, weisshäutigen Scheide besteht, hier ein sehr vergrössertes rothgefärbtes Organ darstellt, welches ich nicht selten 18 mm lang und 5 mm breit fand. — Die vergrösserten Scheiden sind nicht knorpelig oder lederartig verdickt oder auch nur so fest und zähe wie an den normalen Pflanzen, sondern häutig und weich. Im anatomischen Baue sind sie ziemlich stark verändert. Die Anzahl der parallel verlaufenden Gefässbündel ist nicht vermehrt; ich fand meist etwa 16 bis 18, von denen einzelne durch quere Anastomosen mit einander in Verbindung stehen. Ebensowenig hat eine Wucherung der Parenchymzellen stattgefunden; dagegen fehlen die in den Scheiden der normalen Laubblätter vorhandenen Längs-Luftcanäle mehr oder weniger vollständig. Alle mechanischen, die Festigkeit, ja Zähigkeit der normalen Scheiden bewirkenden Zellen sind sehr schwach entwickelt, also namentlich die die Gefässbündel begleitenden Sklerenchymbündel und die Epidermiszellen, deren Aussenwand zart, unverdickt bleibt. Daher sind die abnormen Scheiden der Quasten weich und bei der Enge des Raumes, in welchem sie gedrängt zusammenstehen, nicht selten auf verschiedene Weise eingefaltet. In den engen, so entstehenden Zwischenräumen finden die Larven von *Livia juncorum* treffliche Schlupfwinkel und zugleich durch die Möglichkeit des Anstechens der zarten rothen Scheiden einen immer gedeckten Tisch.

Die Bildung der Quasten beruht also auf der Wucherung der Blattscheiden und könnte als *Vaginomania* bezeichnet werden.

Nachtrag I.

Das Vorkommen von *Luzula nodulosa E. M.* in Kleinasien wird durch Sintenis exsicc.: Iter troj. No. 297 (Renköi-Scela, in montosis, 16. April 1883) bewiesen. Die Pflanze ist in meiner *Monographia Juncacearum* (Engler, bot. Jahrb., 1890, XII, p. 162) irrthümlich unter *Luzula campestris* var. *multiflora* aufgeführt, ein Fehler, dessen Entstehung ich nicht mehr aufzuklären vermag. Das Exsiccat ist also auf pag. 162 zu streichen, dagegen auf pag. 117 bei *Luz. nodulosa* einzufügen, entsprechend auch auf pag. 484. — Auf derselbe Seite 117, Z. 8 v. o., muss das Synonym *L. graeca* (nicht *L. nodulosa!*) lauten, und ist dieser Name auch im Register nachzutragen.

Ich benutze diese Gelegenheit, um die Besitzer der *Monographia Juncacearum* zu bitten, im Register des Werkes die Citate folgender Synonyme: *Junc. elegans Ehrenberg*, p. 329, *J. Kotschyi Boiss.* p. 329, *J. pyramidatus Lah.*, p. 329 und den Bastard: *J. effusus* X *Leersii* p. 234 nachzutragen. Endlich lautet das Synonym auf p. 451 nicht: *J. physcomitrioides Baen.*, sondern richtig: *J. capitatus Weig.* var. *physcomitrioides Baenitz.*

Nachtrag II.

G. Lagerheim hat (Hedwigia 1888, Heft 9 und 10) für diese Pilze den Gattungsnamen *Schinzia Nägeli* (1818) verworfen und ihn durch den Weber'schen: *Entorrhiza* ersetzt, »weil eine Gattung *Schinzia* schon früher (1818) von Dennstätt aufgestellt worden ist«. Demgegenüber macht mein verehrter Freund, Herr Prof. P. Ascherson, mich darauf aufmerksam, dass der Nomenclator Dennstädt die *Euphorbiaceen*-Gattung *Schinzia* lediglich auf eine Rumpf'sche Abbildung begründet hat, welche von den grössten Kennern der *Euphorbiaceen: Müller-Argoviensis* und *Baillon* als *inextricabilis* bezeichnet und daher völlig bei Seite gelassen wird. Demgemäss müssen allerdings die Pilze den Gattungsnamen *Schinzia* beibehalten (vergl. auch P. Magnus in Ber. deutsch. bot. Ges., 1888, VI, p. 100—104) und die betreffenden Arten folgendermassen benannt werden:

Sch. Aschersoniana Magnus.
Sch. Casparyana Magnus.
Sch. digitata (Lagerheim) Buchenau.

Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Oxytropis pilosa DC.

Von

E. Loew.

(Hierzu Tafel II).

Die Bestäubungseinrichtungen der alpinen *Oxytropis*-Arten (*O. uralensis* DC, *montana* DC, *lapponica* Gaud. und *campestris* DC) sind von H. Müller in dessen Werke über Alpenblumen (p. 232—36) ausführlich erörtert worden; die ausser in den Alpen auch in Mittel- und Norddeutschland sporadisch vorkommende *O. pilosa* DC wurde dagegen von ihm (Vgl. Weitere Beobachtungen über die Befruchtung der Blumen durch Insecten. Verhdl. d. naturh. Ver. d. Preuss. Rheinl. u. Westfal. 36. Jahrg. p. 253—54) nur kurz und ohne erläuternde Figuren beschrieben. Da ich im Mai 1890 Gelegenheit hatte, die Pflanze an einem ihrer ausgezeichneten märkischen Standorte — dem Schäferberg bei Nieder-Kränig unweit Schwedt in der Uckermark — in zahlreichen, von Insecten reichlich besuchten Exemplaren zu beobachten, so halte ich eine die Darstellung Müllers durch Abbildungen ergänzende Beschreibung ihrer Bestäubungseinrichtungen an dieser Stelle für gerechtfertigt, zumal ein näheres Studium der Blüthe auch einige mit ihrem Bewegungsmechanismus in Beziehung stehende anatomische Besonderheiten auffinden liess.

Oxytropis pilosa unterscheidet sich von ihren reinalpinen Verwandten in der Tracht bekanntlich durch ihre langen, starr aufrechten, zottigen Laubsprosse. Dieselben enden mit 2—3 cm langen und ca. 2 cm breiten Trauben, die sich aus ungefähr 15—30 kurzgestielten Blüthen von 10—12 mm Länge zusammensetzen. Der hellgelbgrünliche, ziemlich zarte, mit längeren, abstehenden, weissen Haaren und anliegenden, kurzen, schwarzen Borsten besetzte Kelch (Fig. 1 bei *k*) ist 4—5 mm lang und trägt etwa ebenso lange, pfriemliche, ebenfalls beborstete Zähne, von denen die unteren etwas länger als die oberen sind. Die von ihrem Nagel aus zuerst wagerecht, dann schräg nach aufwärts gerichtete Fahne (Fig. 3) umfasst mit ihrem basalen Theile die Flügel und verbreitert sich, wie schon Müller (a. a. O.) angiebt, in »eine an den Seiten zurückgeschlagene, längs der Mittellinie scharf zusammengefaltete, an der Spitze eingeschnittene Fläche«. Durch die Faltung entsteht ein medianer, rinnig ausgehöhlter Streifen, der von Müller als Einrichtung zur Führung des Bienenrüssels angesehen wird, und dessen Kanten sich auch durch eine abweichende Färbung vor den übrigen Partieen der Fahne auszeichnen. Während nämlich dieselbe sonst auf weissem Grunde von zarten, gelblichen Adern durchzogen erscheint (Fig. 2), häuft sich der gelbe Farbstoff besonders an den erwähnten Kanten an und bedingt dadurch ein dunkler gelb gefärbtes Aussehen derselben; diese in der Fig. 2 bei *s* durch dunklere Schattirung angedeutete Stelle repräsentirt ihrer Lage an der Rüsselführungsrinne nach somit das bei *O. pilosa* sonst fehlende Saftmal. Die von der Fahne theilweise umfassten, ihrerseits wieder das Schiffchen grösstentheils einschliessenden, schräg aufwärts gerichteten Flügel (s. Fig. 1) haben (incl. des Nageltheils) ungefähr eine Länge von 10 mm und überragen das Schiffchen um 1—1,5 mm. Der einzelne losgelöste Flügel (Fig. 4) zeigt über einem wenig kräftigen Nagel einen flachen Basallappen *b* (»fingerförmiger Fortsatz« Müllers), vor diesem eine tiefe, im Umkreis etwa elliptische Einsackung *e* — einen nach innen eingestülpten Hohlzapfen darstellend, durch welchen sich der Flügel mit dem darunter befindlichen Schiffchen verbindet — und eine nach der Flügelspitze zu verlaufende, nach aussen vorgewölbte Partie *w*, welche einen ähnlich vorspringenden Seitentheil des Schiffchens umfasst. Letzteres (Fig. 5) zeichnet sich durch kräftige und elastische Nägel, an den Seitenwänden durch eine starke Aussackung (*a*) nebst einer dahinter liegenden Vertiefung und an der Spitze durch einen fast 1 mm langen Schnabelfortsatz (*g*) aus, der als Gattungsmerkmal von *Oxytropis* in der systematischen Botanik benutzt wird, und dessen Function nach Müller darin besteht, die beiden Ränder der Schiffchenhälften fest aneinander zu halten.

Die Verbindung der Flügel mit dem von ihnen umfassten, die Staubgefässsäule und das Pistill bergenden Schiffchen wird erst nach Entfernung von Kelch und Fahne (Fig. 6), resp. auch der Flügel (Fig. 7) bei Ansicht von oben her deutlich. Wie aus Fig. 6 hervorgeht, liegen die beiden Honigzugänge (*h*), wie gewöhnlich bei den diadelphischen Papilionaceen, rechts und links am Grunde des freien Staubfadens (*o*), der den durch Verwachsung der übrigen Staubfäden gebildeten Hohlcylinder (*st*) von oben her schliesst. Letzterem liegen zunächst die beiden Basallappen (*b*) der Flügel dicht auf und bedecken die darunter liegenden, gleichnamigen Theile des Schiffchens (Fig. 7 bei *b*); die nach innen gestülpten Hohlzapfen *e* der Flügel sind derartig in entsprechende Einsackungen des Schiffchens (Fig. 7 bei *e*) eingefügt, dass beide Theile sich nur mit Schwierigkeit von einander trennen lassen und ein zusammenhängendes Ganzes bilden. Die Verzapfung wird bei *Oxytropis* im Gegensatz zu verwandten Gattungen wie *Astragalus* dadurch verstärkt, dass auch das Schiffchen (Fig. 7) seinerseits mit einer vor der Vertiefung *e* liegenden Aussackung (*a*) in einen entsprechenden Hohlraum der Flügel eingreift; es wird dies in der Weise bewerkstelligt, dass die Seitenwände der Flügel eine Einschnürung (*e'*) besitzen, mit welchen sie eine ähnliche Einschnürung auf der Oberseite des Schiffchens (Fig. 7 bei *e'*) umfassen; in den Raum zwischen der Einsackung und dem Hohlzapfen des Flügels passen die Aussackungen (*a*) des Schiffchens. Die ganze Bildung stellt somit eine Art von Doppelvernietung zwischen Flügel und Schiffchen her. Letzteres zeigt an seiner Oberfläche nach der Spitze zu ausserdem eine deutliche mediane Anschwellung (*d*), in welcher die Antheren und die Narbe geborgen sind; unterwärts grenzen an diese die von zarten Adern durchzogenen, gewölbten Seitenwandungen (*f*), die nach vorn zu in die Schnabelspitze (*g*) übergehen; in letzteren Theil setzt sich der die Oberränder der beiden Schiffchenblätter trennende Spalt nur zum Theil fort, so dass die der Spitze von H. Müller zugeschriebene Function ganz plausibel erscheint.

Sobald der Bewegungsmechanismus der Blüthe durch einen den Rüssel in die Fahnenrinne einführenden, die Alae niederdrückenden Besucher von entsprechendem Körperbau ausgelöst wird, bewegt sich in Folge der Charnierverbindung zwischen jenen und dem Schiffchen das letztere nach abwärts, und die dicht unter dem Schiffchenspalt befindlichen Geschlechtstheile treten hervor. Die lange Zeit vor der Vollblüthe ausstäubenden Antheren liegen bei *Oxytropis pilosa*, wie auch bei anderen Arten (*O. uralensis*), der Narbe dicht auf, und letztere wird auch in ganz unberührten Blüthen von Pollen der eigenen Blüthe umgeben. Hiernach wäre Selbstbestäubung unvermeidlich, wenn nicht hier eine bereits von H. Müller aus Analogie mit anderen Papilionaceen gefolgerte Annahme grössere Wahrscheinlichkeit hätte, dass nämlich die Narbe erst durch das Zerreiben ihrer Papillen functionsfähig gemacht wird. Durch den Druck des Narbenkopfs gegen die Leibesunterseite beispielsweise eines mit fremden Pollen beladenen Bauchsammlers wird jedenfalls in zahlreichen Fällen Fremdbestäubung bewirkt, da der Pollen ohne solchen Druck überhaupt nicht an der Narbe festzuhaften vermag. Nach erfolgtem Insectenbesuch klappt das Schiffchen vermöge der Elasticität seines Nagels wieder in die ursprüngliche Lage zurück und umschliesst die Geschlechtstheile von Neuem. Die unter der Fahne liegenden Basallappen der Flügel und des Schiffchens unterstützen, wie H. Müller bei *O. uralensis* hervorhebt, das Zurückkehren der Blüthentheile in ihre ursprüngliche Lage.

Als Bestäuber fand ich an dem oben angegebenen Standort der Pflanze vorwiegend Bauchsammler, nämlich zahlreiche Exemplare von *Eucera longicornis L.* ♀ und ♂, von denen die ersteren eine dicht mit frischem Pollen besetzte Bauchbürste aufwiesen; ausserdem bemerkte ich vereinzelt einen zweiten Bauchsammler (*Osmia aurulenta Panz.* ♀) und mehrere Hummelarten an der Blüthe. Das Wetter war an dem Beobachtungstage nur mässig warm, so dass der Insectenbesuch bei günstigeren Umständen noch reichlicher sein dürfte, als ich ihn beobachtete. Zur Ausbeutung des reichlich abgesonderten Nectars genügt bei der verhältnissmässigen Kürze des Kelchs, sowie einem auf 6—7 mm zu schätzenden Abstande zwischen den Saftlöchern und dem zwischen Fahne und Flügeln vordringenden Insectenkopf ein Rüssel von ungefähr gleicher Länge. A. Schulz (Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen II. p. 209) beobachtete in einigen Fällen an *O. pilosa* Honigeinbruch, ohne den Räuber feststellen zu können; auch der Kelch von *O. campestris* wird in den Alpen nach H. Müller häufig durch *Bombus mastrucatus Gerst.* angebissen.

Im Vergleich zu den übrigen von H. Müller beschriebenen *Oxytropis*-Arten steht *O. pilosa* bezüglich ihres Anpassungsgrades in der Mitte zwischen *O. uralensis* und *campestris* einerseits, sowie *O. lapponica* andrerseits, da zur Ausbeutung der erstgenannten beiden Arten ein Insectenrüssel von 10—13 mm nothwendig ist und sie im Zusammenhange damit einen etwa 9 mm langen Kelch besitzen. Dagegen sind die Blumen von *O. lapponica* mit nur 3 mm langem Kelch leichter zugänglich als die unserer Pflanze; auf gleicher Höhe mit letzterer steht *O. montana* (Kelch nach Müller 5—6 mm lang), deren Blumen einen 8—9 mm langen Rüssel zur Ausbeutung erfordern. In Bezug auf die übrigen Bestäubungseinrichtungen herrscht, abgesehen von der Blüthenfarbe, die nur bei einer Varietät der *O. campestris* dieselbe ist wie bei unserer Pflanze und sonst blau, lila oder violett erscheint, in den wesentlichen Punkten bei den bisher beschriebenen deutschen Arten Uebereinstimmung. Als besonders charakteristisch ist die stark vorgezogene Schiffchenspitze und die doppelte Vernietung zwischen Flügel und Schiffchen hervorzuheben.

Die Zartheit und für die mikroskopische Beobachtung günstige Beschaffenheit der Blumenblätter von *Oxytropis pilosa* gab mir Veranlassung auch ihren anatomischen Bau in Betracht zu ziehen. Das Gewebe besteht in den Plattentheilen aus einigen Schichten zartwandiger, wenig gestreckter, häufig sternförmiger Parenchymzellen, während die Nageltheile aus stark in die Länge gezogenen, sich theilweise mit keilförmigen Enden zwischen einander schiebenden Elementen gebildet werden; ein Strang letzterer (Fig. 22) tritt auch in den Plattentheil über und lässt sich im Schiffchen bis in die Spitze desselben verfolgen. Die in die Platten der Blumenblätter eintretenden Adern bestehen aus zarten Bündeln von Spiraltracheiden (meist 2—3), deren ungefähren Verlauf in Fahne, Flügel und Schiffchen die Figuren 2, 8 und 9, letztere in etwas stärkerer Vergrösserung, darstellen. Im Allgemeinen geht aus den Figuren hervor, dass die Bündel in den Nageltheilen zu gemeinsamen Strängen zusammentreten und nach den Rändern der Platten zu gablig sich verzweigende, zarter werdende Aeste aussenden; ein schon im oberen Theil des Nagels getrennt verlaufender Ast versorgt mit seinen Weiterverzweigungen die Basallappen von Flügel und Schiffchen nebst den Hohlzapfen derselben; in diesen Partieen, die in Fig. 8 und 9 durch *h* und *h'* angedeutet sind, erscheint der Leitbündelverlauf unregelmässiger und netzartig. Die grössere mechanische Festigkeit der Nageltheile gegenüber den zarteren Platten wird in jenen durch das Vorhandensein von gestreckten Elementen mit etwas verdickten Zellwandungen in der Umgebung der Spiraltracheiden bedingt; da die betreffenden Organe, d. h. die Nägel, wie aus der Construction der Blüthe hervorgeht, bei Insectenbesuch vorzugsweise auf Zug in Anspruch genommen werden, so sind dementsprechend die betreffenden mechanischen Elemente nach der Mitte zu zusammengedrängt. Ob die erst nach dem Insectenbesuch in Function tretende Elasticität der Nägel, in Folge der u. a. das Schiffchen nach dem Hervortreten des Staminalcylinders wieder in seine ursprüngliche Lage zurückkehrt, durch eine besondere anatomische Structur oder etwa nur durch verschiedene Gewebespannung auf der Rücken- und Bauchseite der Nageltheile bedingt wird, habe ich nicht zu ermitteln vermocht. Dagegen fand ich im Bau der das Gewebe der Blumenblätter überziehenden Epidermis einen deutlichen Zusammenhang mit dem eigenthümlichen Mechanismus der Papilionaceenblüthe. Schon Hiller macht in seinen »Untersuchnngen über die Epidermis der Blüthenblätter« (Pringsheims Jahrb. XV. p. 414) darauf aufmerksam, dass auf der Oberhaut verschiedener Partieen der Blumenblätter von Papilionaceen »sehr wechselnde Zellformen« auftreten; eine nähere Darstellung dieses Wechsels giebt er jedoch nicht. Die von ihm auf Grund eines reichlichen Vergleichmaterials aus sehr verschiedenen Pflanzenfamilien unterschiedenen drei Hauptformen der Blüthenepidermis, nämlich geradwandige, undulierte und gerippte Zellen, finden sich bei *Oxytropis* nebeneinander auf demselben Blumenblatte. Interessant erscheint nun die Vertheilung und Stellung dieser verschiedenen Zellformen in Rücksicht auf die ihnen von Hiller zugeschriebene Function; er beweist (a. a. O. p. 436—39) nämlich in sehr einleuchtender Weise, dass die Wellung und Rippung auf den Radialwänden der Epidermis Aussteifungsvorrichtungen darstellen, die theils das Collabiren der Zellwandungen bei Wassermangel verhindern sollen, theils Zugkräften Widerstand zu leisten haben, die beim Zerren der betreffenden Epidermis in tangentialer Richtung ins Spiel kommen können; letztere Function kommt vorzugsweise den Epidermiszellen mit welligen oder zickzackartig gebrochenen Wandungen zu. Die Vertheilung der beiden mechanisch bedeutsamen Oberhautzellformen auf den verschiedenen Theilen der *Oxytropis*-Blüthe ist nun in Kürze folgende. Auf der Fahne finden sich dieselben nur spurenweise, indem die Epidermiszellen derselben vorwiegend glattwandig (Fig. 11) erscheinen; nur nach dem Aussenrande der Platte zu tritt eine schwache Wellung der Seitenwände (Fig. 12) auf; am Rande selbst, an welchem das Gewebe ausserdem kleinzelliger ist als in der Mitte, treten hier und da die ersten Anfänge der Rippung in Form kleiner knötchenförmiger, wenig vorspringender Wandverdickungen (Fig. 10) auf. Eine etwas grössere Ausbreitung erlangen die gewellten und gerippten Zellen bereits auf den Flügeln, indem auf diesen sowohl ein grosser Theil der Basallappen als eine Zone am Aussenrande der Platte von ihnen besetzt wird, und zwar weisen erstere Zellen mit welligen Wänden (Fig. 13), letztere solche mit zickzackartig gebrochenen Wänden auf, die am äussersten Plattenrande mit deutlich nach innen vorspringenden Zellhautleisten (Fig. 14) versehen sind; dieselben treten vorzugsweise in derjenigen Aussenpartie des Flügels auf, die vor den letzten Leitbündelendigungen liegt und als zarter und dünner Rand besonders einer Aussteifungsvorrichtung bedürftig erscheint. Die bei weitem ausgiebigste Ausstattung mit mechanischen Epidermiszellen zeigt das Schiffchen, dessen beide Seitentheile oberhalb der Schnabelspitze in einer ziemlich breiten Randzone zunächst mit sehr stark gerippten Zellen (Fig. 17) besetzt sind, auf welche nach innen zu Zellenzüge mit geknickten Wandungen (Fig. 16), weiterhin solche mit welligen Wänden folgen; die Basallappen zeichnen sich hier durch zahnartig ineinandergreifende Seitenwandungen (Fig. 15) aus. Hiernach ist das Schiffchen, das in Folge der mechanischen Gesammteinrichtung der Papilionaceenblüthe unter den verschiedenen Theilen derselben sowohl dem stärksten Druck von Seiten des Blumenbesuchers als auch den stärksten, besonders seine Seitenwandungen und Basallappen treffenden Zugkräften ausgesetzt ist, auch der Theil, welcher auf den am meisten in Anspruch genommenen Stellen am reichlichsten mit den specifisch mechanischen Epidermiszellformen versehen ist. Bemerkenswerth ist es ferner, dass die Fahne, welche bei Auslösung des Blüthenmechanismus nur mit ihren Nageltheilen als Hemmungsvorrichtung zum Festhalten der Basallappen dient, in ihrem mechanisch wenig bedeutsamen Plattentheil auch am geringsten mit mechanischen Oberhautzellen ausgestattet ist; die an ihrem zarten Aussenrande vorhandenen Aussteifungsvorrichtungen haben offenbar nur die ihnen bereits von Hiller zugeschriebene Aufgabe, das Collabiren der betreffenden Gewebetheile zu verhindern. Aehnliches gilt wohl auch für die Aussenränder der Flügel, obgleich die an diesen Stellen wahrnehmbare stärkere Ausbildung der Zellhautrippung anzudeuten scheint, dass hier die Nothwendigkeit erhöhter Druckfestigkeit vorliegt. Der von einer die Blume besuchenden Apide beim Niederziehen der Flügel und des Schiffchens ausgeübte Druck muss nothwendigerweise diejenigen Blüthentheile am stärksten treffen, auf welchen sie sich niederlässt, und welche sie durch die Muskelkraft ihrer Beine beiderseits abwärts zwängt. Wie bei den meisten Papilionaceen, sind dies auch bei *Oxytropis* die Vorderpartieen der Flügel und die von ihnen umschlossenen Seitenwände des Schiffchens, die daher auch von einer ziemlich breiten Zone gerippter Epidermiszellen umsäumt werden. Die Rippen der Oberhaut scheinen hiernach ausser ihrer allgemeinen Aufgabe als Schutzeinrichtung gegen Collaps zu dienen, auch noch die Nebenfunction zu übernehmen, senkrecht zur Fläche wirkenden Druckkräften Widestand zu leisten, womit die Verstärkung und Vermehrung der Radialwände in offenbarem Zusammenhange steht. Die gemäss der Gesammtconstruction der Blüthe durch das Niederdrücken der Flügel und des Schiffchens ausgeübten Zugkräfte wirken theils auf die dem Aussenrande genannter Theile zunächstliegenden Zellenzüge, theils ganz besonders auf die unter dem Fahnennagel festgehaltenen Basallappen; hier überwiegen daher sowohl auf den Flügeln als dem Schiffchen die Epidermiszellformen mit welligen oder zickzackartig gebrochenen Radialwänden, deren Auftreten auch nach Hiller vorwiegend Schutz gegen Zerrung in Richtung der Fläche andeutet. Die derartigen Zellen allgemein zukommende Function ist bei der Blüthe von *Oxytropis* und zweifellos auch bei einer Anzahl anderer Papilionaceen in den Dienst der Gesammtblüthenconstruction gestellt, die ihrerseits wieder mit der Bestäubungsart in engem und bereits von H. Müller in ausgezeichneter Weise erläuterten Zusammenhange steht. Eine wesentliche Unterstützung für diese Ansicht liefert auch die anatomische Bildung der Hohlzapfen, durch welche Schiffchen und Flügel an ihrer Basis miteinander verbunden werden. An dieser Stelle kommt es in mechanischer Hinsicht auf recht feste Verbindung der beiderseitigen Gelenktheile an, die in unserem Falle theils durch die oben beschriebene Doppelvernietung, theils durch den anatomischen Bau der Epidermis erreicht wird. Letztere ist nämlich an den Aus- und Einstülpungsstellen mit stark papillös vorspringenden Aussenwandungen (Fig. 18) versehen, die überdies durch Cuticularstreifen (Fig. 19 bis 21) ausgezeichnet erscheinen. Wie man beim Auslösen der Flügelhohlzapfen aus der zugehörigen Gelenkhöhle des Schiffchens bemerkt, haften die beiderseitigen Oberhautlagen dieser Theile ziemlich fest aneinander, so dass man einer gewissen Kraft bedarf, um sie von einander zu trennen; eine organische Verwachsung derselben ist jedoch nicht vorhanden, sondern der Zusammenhang wird offenbar durch die beiderseits in entsprechende Lücken eingreifenden Papillen der Epidermisaussenwände bedingt. Die an diesen Stellen sehr auffallende und meist radiär vom Scheitel der Epidermispapillen (Fig. 18 und 19) ausstrahlende Cuticularstreifung scheint hier den besonderen Zweck zu haben, eine erhöhte Festigkeit der Aussenwand herzustellen. Die wechselweise ineinandergreifenden Papillen der beiden aufeinanderliegenden Epidermen würden bei Auslösung des Blüthenmechanismus, wobei die eine Art von Charnier darstellenden Hohlverzapfungen die festliegenden Drehpunkte bilden, leicht aus ihrer Lage verschoben werden, wenn nicht die Aussenwände der Papillen mit einem gewölbeartig ausgespannten Gitterwerk von mechanischen Elementen versehen wären; letzteres wird durch die Cuticularstreifen hergestellt, welche das Eindrücken des Gewölbebogens verhindern, ohne seine Elasticität wesentlich zu beeinträchtigen. Möglicherweise greifen auch Cuticularleisten in entsprechende Vertiefungen der aufliegenden Epidermis, was direct festzustellen mir jedoch nicht gelingen wollte. Die beschriebene Cuticularstreifung findet sich sonst nur noch auf den Epidermiszellen der Basallappen (Fig. 21), wo sie von ähnlichem Vortheil sein muss, wie auf den Hohlzapfen; die Oberhaut der übrigen Theile besitzt ungestreifte oder an den Uebergangsstellen schwach gestreifte Aussenwände. — Die Blüthe von *Oxytropis* liefert somit ein instructives Beispiel für das Auftreten von anatomischen Besonderheiten, die mit dem Bestäubungsmechanismus jener in

Beziehung stehen und den letzteren ebenso zu erläutern geeignet erscheinen, wie die Vertheilung der mechanischen Elemente in vegetativen Organen deren vorwiegende Inanspruchnahme auf Biegungs- oder Zugfestigkeit erkennen lässt.

Erklärung der Tafel.

(Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen geben die Vergrösserung an; die Fig. 10—22 sind mit Hilfe eines Zeichenprismas entworfen).

Fig. 1. Blüthe von *Oxytropis pilosa* von der Seite, bei *k* der Kelch. (3/1).
Fig. 2. Ausgebreitete Fahne, bei *s* das Saftmal. (2,5/1).
Fig. 3. Fahne von der Seite. (2,5/1).
Fig. 4. Flügel von der Seite, bei *b* der Basallappen, *e* Einsackung, *w* gewölbte Partie. (3,5/1).
Fig. 5. Schiffchen von der Seite, bei *a* Aussackung, *g* Schnabelfortsatz. (3/1).
Fig. 6. Blüthe nach Entfernung von Kelch und Fahne von oben, bei *h* die Honigzugänge, *o* freier Staubfaden, *st* Staminalcylinder, *b* Basallappen der Flügel, *e* Hohlzapfen, *e'* Einschnürung. (7/1).
Fig. 7. Schiffchen von oben, bei *b* die Basallappen, *a* Aussackung, *e* Einsackung zur Aufnahme des Hohlzapfens der Flügel, *e'* Einschnürung, *d* mediane Anschwellung, *f* Seitenwandung, *g* Schnabelfortsatz. (7/1).
Fig. 8. Bündelverlauf im Flügel, bei *h* Umriss der Einsackung. (4,5/1).
Fig. 9. Bündelverlauf im Schiffchen, bei *h'* Andeutung der Aussackung. (4,5/1).
Fig. 10. Schwachgerippte Epidermiszellen vom äussern Rande der Fahne, bei *r* Andeutung der Rippung. (300/1).
Fig. 11. Glattwandige Epidermiszellen an der Uebergangsstelle zwischen Nagel und Platte des Flügels (150/1); ähnlich auch auf dem basalen Theile der Fahne.
Fig. 12. Epidermiszellen mit schwacher Wellung der Radialwände von der Platte des Flügels (150/1); ähnliche Zellen auch auf der Platte der Fahne.
Fig. 13. Wellige Epidermiszellen vom Basallappen des Flügels; die auf den Aussenwandungen vorhandene Streifung der Zellen ist in der Zeichnung fortgelassen. (150/1).
Fig. 14. Gerippte Epidermiszellen vom Rande des Flügels, bei *r* die Rippen. (300/1).
Fig. 15. Zahnartig gewellte Epidermiszellen vom Basallappen des Schiffchens. (300/1).
Fig. 16. Zickzackwandige Epidermiszellen unweit des Schiffchenrandes. (300/1).
Fig. 17. Starkgerippte Epidermis am Rande des Schiffchens, bei *r* die stark hervorspringenden Rippen. (300/1).
Fig. 18. Aussenwandpapillen der Epidermis am Hohlzapfen des Flügels, von der Seite gesehen. (400/1).
Fig. 19. Mit radiärer Cuticularstreifung versehene Epidermiszellen am Hohlzapfen, in der Flächenansicht. (400/1).
Fig. 20. Aehnliche Zellen im optischen Querschnitt, bei *c* die Cuticularstreifen. (400/1).
Fig. 21. Längsgestreifte Epidermiszelle vom Basallappen des Flügels in Flächenansicht. (400/1).
Fig. 22. Längsgestreckte Zellen aus der medianen Partie des Schiffchens. (300/1).

Halbflechten.

Von **H. Zukal.**

(Mit Tafel III).

Vorwort.

Bekanntlich rechnet man zu den Flechten jene Pilze, welche mit ganz bestimmten Algen in einer, beide Theile fördernden und so festen Symbiose leben, dass sie ohne ihre Algen in der freien Natur [1]) gar nicht existiren können. Doch macht auch hier die Natur keinen Sprung, d. h. die flechtenbildenden Pilze sind von den übrigen Pilzen nicht scharf abgegrenzt.

So gibt es z. B. eine Anzahl von Formen, welche wohl für gewöhnlich als Flechten (mit ihren bezüglichen Algen) vorkommen, aber doch auch zuweilen (oder häufig) auch ohne Algen, also als Saprophyten gefunden werden [2]).

Wieder andere Pilze treten in der Regel als Saprophyten oder Parasiten auf und bilden nur gelegentlich und ausnahmsweise mit den zufällig vorhundenen Algen einen Flechtenthallus.

Endlich gibt es auch Formen, welche wohl häufig auf bestimmten Algen vorkommen, aber in ihrem ganzen Verhalten einem Parasiten näher stehen, als einem flechtenbildenden Pilze.

In der folgenden Abhandlung sollen nun einige, solche Halbflechten etwas eingehender beschrieben werden, weil sie nicht nur wegen ihres biologischen Verhaltens, sondern auch wegen ihrer entwicklungsgeschichtlichen und morphologischen Verhältnisse unsere Aufmerksamkeit verdienen.

Parüphädria Heimerlii (nov. gen. et spec.).

(Tafel III Fig. 1—13).

Die Stengel und Blätter der Jungermannia quinque dentata, namentlich solcher Pflänzchen, welche auf Urgebirg wachsen, sind nicht selten mit den schwarzen Schüsselchen eines Discomyceten besetzt, dessen Entwickelung Bau und Lebensweise im Folgenden geschildert werden soll.

---

1) Ich sage in der freien Natur, denn im Laboratorium ist es bereits gelungen viele flechtenbildende Pilze ohne Algen, bloss in entsprechenden Nährlösungen zu züchten.

Siehe hierüber A. Möller, (Ueber die Cultur flechtenbildender Ascomyceten ohne Algen, Münster 1887) und dessen weitere Berichte in der deutschen, botanischen Gesellschaft.

2) Hierüber Frank: Bielogische Verhältnisse einiger Krustenflechten (Cohn Beitr. z. Biolog. II. Bd.).

In neuester Zeit beansprucht auch Rehm und wohl mit Recht, so manche lychenologische Species für seine Discomyceten. Siehe besonders die 32. u. 33. Liefg. in Rabenhorst's Kryptogamen Flora — Pilze.

Die dem Substrate zugewendete Seite der kriechend aufsteigenden Stämmchen des genannten Lebermooses sind gewöhnlich mit zahlreichen Saughaaren besetzt. Diese Rhyzoiden sind die Pforte, durch welche das Mycel des Discomyceten in die Jungermannia eindringt. Von diesem Umstande kann man sich an nicht zu dünnen Quer- und Längsschnitten durch den Moosstamm direct überzeugen. Man sieht dann, dass die Saughaare an ihrer tiefsten Stelle von den Mycelfäden durchbohrt und ihrer ganzen Länge nach durchwachsen worden sind, ohne dass innerhalb derselben eine Verzweigung des Mycelfadens stattgefunden hätte (Fig. 2). Aus den Haaren gelangt das Mycel in den Moosstamm, breitet sich aber hauptsächlich nur in den 2 äussersten Zellschichten desselben, also in der Rinde, aus. Hier werden allerdings viele Zellen von den Pilzhyphen nach allen Richtungen durchwachsen und in Folge dessen getödtet und gebräunt. Trotzdem scheint das Moospflänzchen unter der Invasion des Pilzes nicht besonders zu leiden. Diese Erscheinung lässt sich vielleicht durch den Umstand erklären, dass die Hyphen in das eigentliche Stammparenchym nicht eindringen oder höchstens nur vereinzelt in den Intercellulargängen verlaufen, ohne die Zellwände selbst zu durchohren.

Aus der Rinde gelangen die Hyphen in die Blätter. Hier kriechen sie entweder auf der Aussenseite der Zellen hin und zwar gewöhnlich längs der Zellgrenzen oder sie dringen in das Innere der Zellen ein. Letzteres geschieht gewöhnlich in der Blattbasis. So lange eine Zelle bloss von einem einzigen Mycelfaden durchbohrt wird, bleibt der bezügliche Protoplast am Leben, wie man sich durch die Anwendung wasserentziehender Substanzen überzeugen kann. Wenn aber eine Zelle von mehreren Pilzfäden durchwachsen wird, oder wenn sich ein Faden innerhalb der Zelle verzweigt, so stirbt der Protoplast ab und der Zellinhalt färbt sich unter starker Contraction des Wandplasmas bräunlich oder bläulich. Doch werden nur verhältnissmässig wenige Zellen der Blätterbasis auf diese Weise getödtet, denn im Grossen und Gazen wird das Gedeihen des Wirthes von dem Pilz nur wenig beeinträchtigt, was wohl auch daher kommen mag, weil das Mycel sich hauptsächlich in den unteren und älteren Theilen des Mooses verbreitet, dagegen die oberen frisch grünen Sprosse fast ganz verschont.

Unter günstigen Umständen entwickelt das die Jungermannia bewohnende Mycel auch Fruchtkörper. Die Anlage derselben erfolgt gewöhnlich auf den Blättern, seltener auf den Stämmchen des Mooses. Ehe jedoch diese Anlage geschieht, durchbricht das Mycel gewöhnlich eine obere Zellwand und zwar meist an einer solchen Stelle, wo sich auf dem Blatte eine kleine Algencolonie (Gloeocapsen und Palmellen) angesiedelt hat (Taf. III Fig. 2a). Die aus der Blattzelle der Jungermannia hervortretenden Hyphen durchwachsen dann sofort die Gallerthüllen der Algen nach allen Richtungen, ohne jedoch in die Algenzellen selbst einzudringen.

Durch diesen Vorgang wird die Algencolonie in ein biologisches Individuum verwandelt, welches von einem Thallusschüppchen oder Körnchen einer Flechte nicht unterschieden werden kann. Auf der Oberfläche dieser mikroskopischen Thalluskörnchen entstehen dann häufig die Fruchtkörperprimordien in der Form winziger Knäuelchen. Die Anlage derselben geht stets von einer Hyphe aus. Es bilden sich nämlich auf einer etwas angeschwollenen und stark lichtbrechenden Zelle eines Mycelfadens fast gleichzeitig mehrere Vegetationspunkte, aus welchen eben so viele, nahezu gleich dicke Zweigchen hervorgehen, die sich alsbald miteinander verflechten und auf diese Weise ein winziges (3—4 μ grosses) farbloses Knäuelchen bilden. Dieses Letztere entsteht daher auf eine rein vegetative Weise, ohne Intervention eines Archicarps oder Trichogyns. Die Hyphen des Primitivknäuels pflegen dann sehr frühzeitig, d. h. ehe sie sich weiter verzweigen und durch Querwände fächern, stark in die Dicke zu wachsen, sowie ihre Membranen zu verdicken und zu bräunen Taf. III Fig. 2a). Dann nimmt das Volumen des Knäuels rasch zu; bald verändert derselbe auch, durch ein in der Längenachse etwas vorwiegendes Wachsthum, seine kugelige Form und erhält dafür die Gestalt einer etwas ausgeschweiften Vase (Taf. III Fig. 3 u. 4). Die Vasenform wird hauptsächlich durch die Anlage eines Organes oder besser eines Fruchtkörpertheiles bedingt, welcher meines Wissens unserer Parüphädria allein eigenthümlich ist. Dieser eigenartige Theil des Fruchtkörpers besteht im Wesentlichen aus einem Gewebering, durch welchen der grösste Theil der Mündung des urnenförmigen Fruchtkörpers, wie mit einem, in der Mitte durchbohrten Deckel verschlossen, wird. Durch denselben Gewebering wird gleichzeitig der obere Rand des Fruchtkörpers kragenartig verdickt. Im Folgenden werde ich, der Kürze halber, für diesen Gewebering stets den Ausdruck »Kragen« gebrauchen. Der Kragen bildet sich schon sehr früh d. h. in einer Zeit aus, wo die Oberfläche des Primordiums soeben erst durch Fächerung ihrer Hyphen ein pseudoparenchymatisches Aussehen gewonnen hat. Morphologisch gehört der Kragen zur Hülle, denn er baut sich aus denselben Elementen, als die Rinde auf. Doch bildet er immerhin einen eigenthümlich modificirten Theil der Fruchtkörperwand. Besonders auffallend ist diese Modification, kurz nach ihrer Anlage, denn auf dieser Entwickelungsstufe hat der Kragen das Aussehen eines flachen, in der Mitte durchbohrten Deckels (Taf. III Fig. 5). Indem später das Wachsthum des Deckels hauptsächlich in radialer Richtung Schritt hält mit dem Wachsthum des ganzen Fruchtkörpers, wird der Porus in seiner Mitte allmählig grösser und auf diese Weise geht die Scheibe des Deckels nach und nach in die Form eines Ringes oder Kragens über (Taf. III Fig. 5—9). Schon während dieses Ueberganges von der Deckelform in die Ringform verdicken die ursprünglich dünnwandigen, kurzcylindrischen Zellen des Kragens ihre Wände beträchtlich und werden so allmählig englumiger.

Mit der Verdickung der Wände geht auch eine Bräunung und eine Art Verkorkung der Kragenzellen Hand in Hand. Wenn der Pilz seine vollkommene Reife erlangt hat, unterscheidet sich das Gewebe des Kragens von dem der Apothecienwand — abgesehen von seiner grösseren Derbheit — hauptsächlich durch eine geringere Quellbarkeit und eine grössere Resistenz gegen die Einflüsse der Verrottung. Diese Widerstandsfähigkeit ist so gross, dass sich der Kragen, nachdem von dem übrigen Pilz längst keine Spur mehr vorhanden ist, noch monatelang in der Form eines losen Ringes erhält. Ueber die biologische Bedeutung des Kragens werde ich später meine Meinung abgeben, vorerst jedoch wieder zu der Entwickelung des Fruchtkörpers zurückkehren.

Es wurde schon oben erwähnt, dass sich der primitive Fruchtknäuel durch Zweigbildung und Zelltheilung etc. allmählig in einen vasenförmigen Körper umwandelt, der oben durch einen flachen Deckel geschlossen wird. Dieser vasenförmige Körper ist aber innen nicht hohl, sondern wird von einem farblosen, dünnwandigen Pseudoparenchym erfüllt. Letzteres besitzt, wenigstens theilweise nur den Charakter eines provisorischen Füllgewebes, denn es wird in der Mitte des Fruchtkörpers bald resorbirt und durch einen Paraphysenkegel ersetzt. Etwas später treten in der Basalgegend des Fruchtkörpers einige dicke schlangenförmig gewundene, und reich mit Plasma und Reservestoffen erfüllte Hyphen — die Ascogone — auf, welche sich rasch verzweigen und dabei das Füllgewebe überall verdrängen und aufsaugen. Aus der obersten, resp. innezsten Schicht dieses Hyphencomplexes entstehen die Asci, welche in der bekannten Weise in den Paraphysenkegel hineinwachsen und die Paraphysen auseinanderdrängen. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Asci aus besonders differenzirten Hyphen (Ascogonen) entstehen, während die Paraphysen dem primären Pseudoparenchym angehören. Da aber auch die ascogonen Hyphen nicht einem präformirten Archicarp, sondern in dem gegebenen Falle ebenfalls dem primären Pseudoparenchym des Fruchtkörpers entspriessen, so entspringen in letzter Instanz Asci und Paraphysen aus demselben Gewebe und der ganze Entwickelungsunterschied zwischen beiden Organen besteht darin, dass die Paraphysen direct, die Asci indirect — d. h. mit Einschaltung der Ascogone — aus dem genannten Pseudoparenchym hervorgehen. Die ascogonen Hyphen haben offenbar den Zweck Protoplasma und Reservestoffe in grosser Menge aufzuhäufen und später den Sporenschläuchen zuzuführen. An der eigentlichen Schlauchproduction betheiligt sich nur die oberste resp. innerste Schicht derselben. In demselbe Maasse aber, als neue Asci hervorgeschoben werden, erscheinen auch die ascogonen Hyphen immer inhaltsärmer und gleichzeitig wird ihre Fächerung immer deutlicher. Endlich verwandeln sie sich in jenes inhaltsarme, grosszellige Pseudoparenchym, welches unter dem Namen »Subhymenialschicht« bekannt ist.

In seiner weitere Entwickelung verhält sich unser Pilz, wie die meisten übrigen Discomyceten d. h. er geht durch bekannte Wachsthumsvorgänge aus der ursprünglichen, urnenförmigen in die scheibenförmige Form über, deren Oberfläche schliesslich convex wird (Taf. III Fig 8 u. 9). Je weiter jedoch die Parüphädria in ihrer Entwickelung vorschreitet, desto mehr überrascht sie durch ihr flechtenartiges, resp. Lecidea-artiges Aussehen. Dieser Eindruck wird bedingt durch die Beschaffenheit der Gleba, des Subhymeniums und Excipulums. Die gegliederten, oben knopfförmig verdickten Paraphysen schliessen nämlich mit ihren vergallerten, gefärbten Membranen zu einer lückenlosen, derben, bräunlichen Gallertschicht, welche den eindringenden Sporenschläuchen einen ziemlich grossen Widerstand entgegensetzt. Auch die Subhymenialschicht färbt sich dunkel und gleicht in allen Stücken dem Hypothecium eines Lecidea-Apotheciums. Auch wird die Aehnlichkeit mit Lecidea durch das dunkel gefärbte Excipulum proprium und die hornige Consistenz des ganzen Fruchtkörpers noch verstärkt. Andrerseits weicht unser Pilz durch den Besitz des Kragens wieder von der Lecideenform ab (Taf. III, Fig. 9).

Für den Zweck des Kragens mag folgender Versuch sprechen. Behandelt man nämlich ein reifes oder halbreifes, lebendes Apothecium unserer Parüphädria mit verdünnter Schwefelsäure oder mit einer anderen Substanz, welche den Pilz stark quellen macht z. B. mit Kali, so werden vor den Augen des Beobachters die meisten Asci aus der Lamina herausgepresst. Diese Wirkung tritt prompt binnen wenigen Minuten ein und ich bediente mich dieses Verfahrens wiederholt zur Isolirung der Asci. Es ist mir auch gelungen bei diesem Vorgange d. h. bei dem Herauspressen der Schläuche, noch einiges Detail zu beobachten. Betrachtet man nämlich die quellenden Fruchtkörper, nachdem sie in eine etwas 30 °/oige Schwefelsäure gebracht worden sind, mit einer starken Lupe, so sieht man, dass sich vorerst einige Sporenschläuche — nämlich die reifsten — rasch verlängern und bald deutlich über die, das Hymnium oben bedeckende Gallertschicht hinausdringen. Sobald dann die Streckung, welche in diesem Falle in dem mittleren und unteren Theil des Ascus vor sich geht, eine gewisse Grenze überschritten hat, reissen die Asci von ihren unteren Befestigungspunkten ab und werden dann vollkommen intact, d. h. sammt ihren Sporen, mit einem Ruck herausgepresst, wobei es nicht selten vorkommt, dass ihr kurzes Stielchen in der obersten Gallertshicht des Fruchtkörpers stecken bleibt. Ich war von dem ganzen Vorgange eigentlich nicht sonderlich überrascht, weil ich schon in einigen andereu Fällen erfahren hatte, dass sich bei einigen Ascomyceten — entgegen der allgemeinen Meinung — die Schläuche noch vor der Sporenejaculation von ihrer Anheftungsstelle ablösen [1]).

---

[1]) Dies geschieht z. B. bei Thelebolus stercoreus Tode und Rhyparobius pachyascus Zuk. Siehe meine »Mykologische Untersuchungen« p. 2 und »Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen« p. 59.

Ich stellte mir nun die Frage, ob auch im Freien, unter natürlichen Bedingungen, bei Parüphädria die Sporenschläuche herausgeschleudert werden? Für die Beantwortung im bejahenden Sinne sprach folgender Umstand. Ich fand nämlich in der Nähe der mit Parüphädria besetzten Jungermannia ein grosses, lebendes Räderthierchen, welches einen vollkommen geschlossenen, mit reifen Sporen erfüllten Ascus der Parüphädria verschluckt hatte. Wie war nun der Sporenschlauch aus dem Fruchtkörper des Pilzes isolirt worden? Die Annahme, dass dies durch die nagende Thätigkeit eines Thieres bewirkt worden sei, glaubte ich mit Hinblick auf die vollkommene Intactheit des Sporenschlauches verwerfen zu müssen. Viel wahrscheinlicher erschien mir eine andere Anuahme, nämlich die, dass der Schlauch herausgeschleudert und dann von dem Räderthier verschluckt worden sei. Dabei dachte ich, dass der dicke, wenig quellbare Kragen durch seinen Gegendruck die Kraft geliefert hätte, durch welche die sich verlängernden Asci, sobald sie einmal mit ihrem grössten Querschnitt die oberste Gallertschicht des Hymeniums passirt hatten, dann mit ihren unteren, glatten, conischen Theilen so energisch emporgehoben wurden, dass sie dabei von ihrer Anheftungsstelle abrissen. Als ich aber bald darauf den Versuch machte die Fruchtkörper der Parüphädria durch das Aufquellen im Wasser zum Herauspressen ihrer Schläuche zu bewegen, misslang derselbe total. Wie sehr ich auch das Experiment und die Zeit des Versuches variirte, ich erzielte höchstens die Ejaculation der Sporen nach dem gewöhnlichen Modus, niemals aber sah ich ganze Schläuche heraustreten. In Folge dieses Umstandes kann ich auch einstweilen auf die Frage nach dem Nutzen des Kragens keine befriedigende Autwort ertheilen.

Wenn wir nun auf das Gesagte zurückblicken, so haben wir in der Parüphädria einen Discomyceten kennen gelernt, dessen Mycel das Substrat — nämlich verwittertes Schiefergestein, Dammerde etc. — höchst wahrscheinlich als Saprophyt durchwuchert und von hier aus in verschiedene Moose namentlich in Jungermannia quinquedentata aber auch in J. trichophylla und Mnium punctatum eindringt. In diesen Moosen lebt nun unser Pilz als ein ziemlich harmloser Parasit, bildet auf den Blättern derselben mit den dort eventuell vorhandenen Algencolonien mikroskopische Flechtenthallusschüppchen und gelangt gelegentlich daselbst auch zur Fructification.

Was seine systematische Position anbelangt, so gehört er in die Familie der Bulgarien [1]), nimmt aber innerhalb derselben, als Repräsentant einer neuen Gattung, eine exceptionelle Stellung ein.

Ich schliesse mit der Mittheilung seiner Diagnose.

---

[1]) Die Aufklärung über die Stellung der Parüphädria im Pilzsystem verdanke ich einer sehr liebenswürdigen Mittheilung Dr. Rehm's.

Parüphädria[1] nov. gen.

Fruchtkörper schwärzlich und dunkelbraun, trocken hornartig, feucht knorpelig gallertig, in der Jugend von einem flachen, in der Mitte punktförmig durchbohrten Deckel geschlossen, welcher sich später in einen, den oberen Discusrand umfassenden Ring oder Kragen verwandelt.

P. Heimerlii[2] nov. spec.

(Taf. III Fig. 1—13.

Fruchtkörper etwa 1—2 mm breit, anfangs urnen- oder krugförmig, später flach ausgebreitet bis convex, trocken hornartig schwarz, angefeuchtet knorpelig gallertig, durchscheinend braun, in der Jugend mit einem, in der Mitte durchbohrten Deckel, später mit einem etwa 45 μ breiten Kragen versehen. Asci keulenförmig, oben zugespitzt, unten allmälich in den kurzen Stiel verlaufend ca. 45—50 μ lang und 8—11 μ breit (pars sporif). Sporen zu 8, schief einreihig, bei vollkommener Reife schwach bräunlich, sonst farblos, ungleich 2zellig, elliptisch oder kurz keulenförmig, ca. 15—18 μ lang und 4—5 μ breit (Taf. III Fig. 10, 11 u. 13).

Paraphysen deutlich gegliedert, oben knopfförmig verdickt, mit breiten, bräunlichen Gallertsaume (Taf. III, Fig. 12). Hypothecium und Excipulum proprium derb und dunkel gefärbt (Taf. III, Fig. 8 u. 9).

Auf Jungermannia quinquedentata und anderen Moosen, besonders im Urgebirg. Aufgefunden von M. Heeg (Wien) in der Nähe von Aspang in Niederösterreich.

Gloeopeziza Rehmii (nov. gen. et spec.).

(Taf. III Fig. 14—25).

Auch dieser Discomycet bewohnt Moose und zwar so viel bis jetzt bekannt ist, die Jungermannia trichophylla, aber nicht als Parasit, sondern als Epiphyt. Ich konnte mich wenigstens niemals davon überzeugen, dass die Hyphen in das Innere der Mooszellen eindringen. Der Entwickelungsgang der Fruchtkörper ist hier sehr klar, weil sich die Primordien häufig auf den haarartigen Blattzipfeln der Jungermannia bilden, wo sie bequem verfolgt werden können. Das Mycel des Pilzes ist auch in diesem Falle sehr zart, farblos, septirt und ziemlich armästig. In einzelnen Fällen zieht es spinnengewebartig seine Fäden in der Luft von Blatt zu Blatt, gewöhnlich schmiegt es sich aber den Zellen der Jungermannia dicht an und ist dann schwer zu sehen. Die erste Anlage der Fruchtkörper besteht aus einem farblosen, äusserst zartem Knäuel, der nur wenige Windungen zeigt (Taf. III Fig. 14). Dieser winzige Knäuel sitzt einer einzigen Hyphe auf und seine Windungen erscheinen vollkommen gleichartig. Die Anlage des Knäuels selbst wurde zwar nicht beobachtet.

---

1) *παρυφή* der Kragen und *δρία* die Urne.

2) Zu Ehren meines lieben Freundes, des Botanikers Dr. Heimerl in Wien.

doch konnte ich immerhin so viel constatiren, dass bei derselben weder ein Trichogyn, noch irgend ein anderes distinctes Initialorgan intervenirt. Der farblose und halbdurchsichtige Knäuel wächst dann durch Zweigbildung langsam bis zu einem Durchmesser von etwa 15 μ heran, ohne eine Veränderung, als die der Grössenzunahme zu zeigen (Taf. III Fig. 15), Von jetzt ab scheidet der Primitivknäuel eine Gallerte ab, welche zuerst auf dem Scheitel des Knäuels deutlich wird und sich hier auch später kuppelförmig anhäuft, während die Seiten des Knäuels von einer dünneren Schichte desselben Stoffes überzogen werden (Taf. III Fig. 16—21). Die Gallerte ist vollkommen homogen und farblos, löst sich in Wasser, Alkohol und Aether nicht, wohl aber in caustischen Alcalien, sie quillt in starken Mineralsäuren und schrumpft bis zur Unkenntlichkeit in wasserentziehenden Substanzen. Jod färbt sie gelb, andere Farbstoffe und zwar sowohl alkalische wie saure speichert sie nicht oder nur in sehr geringer Menge auf, wenigstens so lange nicht, als sie frisch und von quellenden Reagentien nicht angegriffen ist.

Die weitere Veränderung, welche der primitive Knäuel von jetzt ab erleidet, besteht darin, dass er nunmehr in die Breite wächst und sich durch reichliche Fächerung in einen pseudoparenchymatischen Zellkörper verwandelt. Dieser Zellkörper besteht aus durchaus gleichartigen Zellen, weil es zur Differencirung einer Rinden- oder Aussenschicht überhaupt nicht kommt. Bald darauf sprossen einzelne Zellen auf dem Scheitel des pseudoparenchymatischen Zellkörpers aus und entwickeln Paraphysen, welche in die oben erwähnte Gallertkuppel hineinwachsen (Fig. 17—19). Etwas später entwickeln auch die tiefer und seitlich gelegenen, oberflächlichen Zellen des pseudoparenchymatischen Zellkörpers paraphysenartige Gebilde, welche nach und nach den ganzen Primitivknäuel bis zur Basis bekleiden. Diese obenerwähnten, paraphysenartigen Gebilde unterscheiden sich etwas von denen auf dem Scheitel des Fruchtkörpers, denn sie bleiben kürzer und tragen mehr den Charakter von Trichomen (Fig. 19 u. 20). Ihre biologische Bedeutung besteht wahrscheinlich darin, dem sonst nackten Fruchtkörper die Rinde an der Mantelfläche zu ersetzen, während die merkwürdige Gallertkuppel dasselbe für den Scheitel leistet.

Die oben beschriebene Bedeckung steht unter den Ascomyceten einzig da. Wohl gibt es noch 2 andere Discomyceten, welche ebenfalls keine Hülle (Rinde, excipulum) besitzen, nämlich Ascodesmis nigricans v. Tiegh und Gymnodiscus neglectus [1]) Zuk. Allein diesen beiden Formen fehlt die Gallertkuppel der Gloeopeziza. Bei Gymnodiscus bildet sich übrigens an dem Fruchtkörperprimordium eine Rinde aus, wie bei den übrigen verwandten Formen. Diese Rinde wird jedoch von dem scheitelständigen

---

1) Ueber Gymnodiscus siehe Zukal, Ueber einige neue Ascomyceten. Verh. der K. K. zool. bot. Gesellschaft. Wien 1887.

Paraphysenkegel sehr frühzeitig durchbrochen und wächst dann um denselben nicht mehr weiter, so dass das Hymenium allerdings vollkommen hüllenlos bleibt während der basale Theil des Fruchtkörpers dagegen eine Hülle besitzt. Gymnodiscus stellt uns also in Bezug auf die Berindung einen höheren Typus vor, als die Gloeopeziza, Ascodesmis dagegen einen tieferen, denn bei der letzteren Form werden die Asci einzig und allein durch einen Kranz von Paraphysen geschützt, welche sich bogig über den Sporenschläuchen zusammenneigen.

Während mit den Fruchtkörperprimordien der Gloeopeziza die oben beschriebenen Veränderungen vor sich gehen, entwickeln dieselben an der Basis gewöhnlich zahlreiche Rhizoïden, welche dann über das Substrat — die Jungermannia — dahinkriechen. Treffen dieselben auf Gloeocystis oder Palmella-Häufchen — eventuell auch auf blaugrüne Coccenformen — so bilden sie alsbald mit diesen Algen einen mikroskopischen Flechtenthallus (Taf. III Fig. 21).

Sobald der junge Fruchtkörper der Gloeopeziza einmal seine Paraphysenhülle und die Gallertkuppel entwickelt hat, weicht sein ferneres Wachsthum bis zur Sporenejaculation kaum mehr von dem gewöhnlichen Schema der Pezizen ab. Wie bei diesen entstehen auch hier die Asci als directe Ausstülpungen eigenthümlicher, dicker, stark lichtbrechender Hyphen (den Ascogonen im engeren Sinne). Auch die Anlage und Ejaculation der Sporen bietet keine besonders erwähnenswerthe Momente. Bei der Sporenentleerung wird die Spitze des Schlauches kappenförmig abgeworfen (Taf. III Fig. 24). Zu erwähnen ist noch, dass die Gallertkuppel in dem Maasse schmäler wird, als der Fruchtkörpes sich ausbreitet und die Scheibenform gewinnt. Bei vollkommener Reife ist das Hymnium der Gloeopeziza nur von einer dünnen Gallertschicht überzogen, welche in keiner Weise auffällt (Taf. III Fig. 21).

Gloeopeziza nov. gen.

Fruchtscheiben nahezu mikroskopisch, seitlich von einer aus modificirten Paraphysen bestehenden Hülle, oben von einer kuppelförmigen Gallertmasse begrenzt. Eine pseudoparenchymatische Hülle (Rinde) fehlt. Sonst Ascophanus-artig.

G. Rehmii[1]) nov. spec.

Discus etwa 100—150 μ hoch und 200 μ breit, weich, schwach durchscheinend röthlich, von einer, aus verklebten Paraphysen bestehenden Hülle umgeben, sonst rindenlos, in der Jugend von einer klaren Gallertmasse, wie von einer Blase umschlossen (Fig. 21). Asci keulenförmig, oben allmählig abgerundet, mit etwas verdicktem Scheitel, gerade oder

---

1) Zu Ehren des um die Erforschung der Discomyceten hoch verdienten Dr. Rehm.

gekrümmt, deutlich gestielt, etwa 84—90 μ lang und 8—10 μ breit (pars sporif.) Fig. 22—24). Sporen zu 8, schief einreihig, einzellig, elliptisch und nahezu eiförmig, glatt, farblos, etwa 10—12 μ lang und 6—8 μ breit (Fig. 25). Paraphysen einfach, septirt, oben schwach kolbig verdickt, mit sehr schmalem Gallertsaume.

Auf Jungermannia trichophylla. Aufgefunden im Wechselgebiet in Niederösterreich von M. Heeg (Wien).

Nectria phycophila nov. spec.

(Taf. III Fig. 26—32).

Hypheothrix Zenkeri Ktz., (Os. tapetiformis Zenker Linn. IX 1835 p. 125 Leptothrix Zenkeri, Ktz. Phyc. germ. p. 199) eine Alge aus der Familie der Oscillarien, bildet rosenrothe und fleischrothe, kalkige Ueberzüge an nassen Felsen und Mauern, welche sich oft in handgrossen Stücken von ihrer Unterlage ablösen lassen. Mein Untersuchungsmaterial stammt aus dem Höllenthal und aus Baden in Niederösterreich, stimmt aber in jeder Beziehung mit den Rabenhorst'schen Exsicaten — insbesondere mit Nr. 535 — überein. Vor der Untersuchung wurde das Material zuerst durch sehr verdünnte Salzsäure entkalkt und dann unter dem Präparirmikroskop mit der Nadel zerfasert. Bei dieser Untersuchungsmethode konnte ich stets — auch in Rabenhorst's Nr. 535 — in dem Thallus dreierlei Fadenelemente unterscheiden, nämlich 1) die dünnen Fäden der Hypheothrix Zenkeri, 2) die dicken Fäden einer Scytonema (Myochrous Ag.)? und 3) Scytonema-artige Fäden, welche sowohl in Bezug auf die Dicke, als auch bezüglich der Scheiden, Heterocysten, Form der Zellen etc. genau zwischen den Formen 1 und 2 die Mitte hielten.

Die bogig hin und her gekrümmten, dicht mit einander verwebten, grünlichen und röthlichen Fäden der H. Zenkeri bilden allerdings die Hauptmasse des Materials und zugleich seine oberste und jüngste Schicht. Die einzelnen Fäden messen sammt den ziemlich weiten Scheiden etwa 3—3,5 μ, ohne Scheide etwa 1,5 μ und sind theils deutlich gegliedert und zwar sowohl kurz- als langzellig, theils undeutlich gefächert. Die Art der Gliederung eines Fadens hängt offenbar von seinem Vegetationszustand ab. Befindet er sich in der Periode des lebhaften Wachsthums und der Theilung, dann sind seine Zellen kurz, nach der Periode der Streckung jedoch lang (Taf. III Fig. 30). Die sub 2 erwähnten Scytonema-Fäden sind etwas spärlicher vertreten wie die Hypheothrix-Fäden und liegen gewöhnlich unter den letzteren. Sie messen sammt den Scheiden etwa 30—32 μ; Letztere sind gelblich braun, deutlich divergirend geschichtet und an einzelnen Stellen Schizosiphon-artig[1]) aufgesprengt. Die Form der Trichome (innere Zellfäden) variirt bedeutend. Im Allgemeinen kann man sagen, dass sie in den unteren Theilen der Fäden mehr dickwandig und langzellig, in den oberen Theilen dünnwandig und kurzzellig sind. Zuweilen schwillt das Trichom gegen das Fadenende zu kolbig an und zeigen die ineinander geschachtelten Häute ein Anthrosiphon-ähnliches Aussehen, in anderen Fällen wieder erscheinen die Trichome gegen das Ende zu peitschenförmig verdünnt und die Scheiden sind an diesen Stellen offen und vielfach zerschlitzt. Ebenso ist die Verzweigung bald echt Scytonema-artig, bald wieder Schizosiphon-artig und das an ein und demselben Faden (Fig. 23 u. 24). Neben den Hypheothrix- und den Scytonema- resp. Schizosiphon-artigen Fäden kommt, wie schon oben erwähnt, noch eine 3. Art von Fäden vor, welche sowohl in Bezug auf die Form und Verzweigung, als auch bezüglich der Dimensionen genau die Mitte zwischen den genannten Fadenarten hällt.

---

[1]) Die Formen der Kützing'schen Gattung Schizosiphon werden in neuerer Zeit zu verschiedenen modernen Gattungen gezogen z. B. zu Calothrix, Dichotrix etc.

Ich habe mich auch im Laufe der Untersuchung davon überzeugt, dass alle 3 Fadenformen genetisch zusammenhängen. Da ich aber an einem anderen Ort über die Hypheothrix-Metamorphose ausführlich berichten werde, so möge die ausgesprochene Behauptung über den genetischen Zusammenhang der 3 Fadenformen als eine vorläufige Mittheilung aufgenommen werden. Hier will ich nur einen Pilz beschreiben, den ich stets in der Form eines Mycels oder auch in entwickelten Fruchtkörpern auf meinem Material der Hypheotrix Zenkeri angetroffen habe. Merkwürdiger Weise fand ich denselben Pilz auch auf den Rabenhorst'schen Exsiccaten und insbesondere auf Nr. 535.

Die ziemlich dickwandigen, häufig röthlich gefärbten, meist 2,5 μ dicken Hyphen des genannten Pilzes durchwachsen die ganze Hypheothrix-Haut bis zu den Scytonema-Fäden hinab. Die älteren, abgestorbenen Fäden der letzteren werden dabei nach allen Richtungen hin durchwachsen. In die Trichome der jüngrren, lebenden Fäden dringt jedoch das Mycel nicht ein, sondern es verläuft nur in den Scheiden.

Der Pilz selbst gehört zu der Gattung Nectria ist aber eine neue Art.

Im Folgenden gebe ich seine Diagnose.

Perithecien gesellig, 100—200 μ hoch, oberflächlich, eiförmig bis stumpf kegelförmig, bläulich roth, im Alter zusammenfallend und dann bräunlich roth, glatt, fleischig hautig, mit kleiner Papille (Fig. 26). Asci schmal keulenförmig, deutlich gestielt, 50—60 μ lang (pars sporif.) und 17—20 μ breit (Fig. 31). Sporen zu 8, undeutlich zweireihig oder schräg einreihig, zweizellig, die Zellen oft ungleich lang und breit, an der Querwand kaum eingeschnürt, an einem Ende gewöhnlich abgerundet, farblos, etwa 15—16 μ lang und 6—7 μ breit (Fig. 32). Conidien unbekannt. Auf Hypheothrix Zenkeri Ktz. Höllenthal und Baden in N. Oesterreich. Ferner in Rabenhorst's Algen N. 535.

Endomyces Scytonematum nov. sper.

(Taf. III Fig. 34).

(Ephebella Hegetschweileri Itzigsohn).

Im Jahre 1857 beschreibt Itzigsohn auf p. 123 der »Hedwigia« eine neue Flechtengattung und Art unter dem Namen Ephebella Hegetschweileri. Das Material war von Hegetschweiler bei Pfäffers in der Schweiz gesammelt und durch Hepp an Itzigsohn gesendet worden. Es bestand aus einer Scytonema, welche an einzelnen Fäden ähnliche kugelige oder flaschenförmige Anschwellungen zeigte, wie die fructificirenden Zweigchen von Ephebe pubescens L.

Das Innere dieser kugeligen Auftreibungen fand Itzigsohn mit kleinen weissen, eiförmigen Körperchen erfüllt, welche er für Flechtenspermatien hält, doch sah er keine Sterigmen. Ueber diesen Punkt sagt Itz. Folgendes: »Leider gelang es mir bis jetzt aber nicht gleichzeitig Sterigmen hervorzudrücken, von denen die Spermatien sich abgeschnürt hätten. Ich habe hinlänglichen Grund diese Körper für Spermogonien zu der Ephebella zu halten, indem ich mich eben vielfach mit den Befruchtungsorganen der Ephebe pubescens beschäftigte — bei Ephebe selbst sah ich die Sterigmen in sehr grosser Menge«. Dann fährt er fort: »Die Apothecien der Ephebella kenne ich noch nicht, aber auch diejenigen der Ephebe habe ich noch nicht sicher gefunden, wiewohl ich in unzähligen Fällen deren Spermogonien untersuchte«.

Itzigsohn hielt also, gestützt auf die herausgepressten, eiförmigen Körperchen und auf die Analogie mit Ephebe, die kugeligen Anschwellungen an seiner Scytonema für Spermogonien und erklärt infolge dessen das Scytonema-artige Gebilde für eine Flechte, der er den Gattungsnamen Ephebella beilegte. Diese Auffassung blieb zwar nicht ohne Widerspruch, denn Sitzenberger (Hedwigia 1858 Nr. 1) erklärte die Spermogonien der Ephebella für Parasiten und die Ephebella selbst für eine echte Scytonema. Trotzdem fand die Ephebella Aufnahme in die lichenologischen Compendien und verblieb daselbst bis heute, ohne dass es jedoch gelungen wäre, die Sporenschläuche und Sterigmen aufzufinden oder sonst wie die Angaben Itzigsohn's zu erweitern. Zu erwähnen ist noch, dass Rabenhorst die Ephebella als Scytonema Hegetschweileri (Itz.) Rbh beschreibt und unter Nr. 598 seiner Exsiccaten ausgibt. In diesen letzteren Exemplaren fehlen die kugeligen Anschwellungen, dagegen erscheinen die Fäden der Scytonema reichlich von Pilzhyphen durchwuchert. Im Jahre 1888 sammelte ich bei Neuhaus nächst Cilli (Steiermark) eine Scytonema, bei welcher ich an einzelnen Fäden (aber sehr sporadisch) genau dieselben kugeligen Auftreibungen fand, wie sie von Itzigsohn in seinem oben erwähnten Aufsatz auf Tafel XVII (Hedwigia 1857) abgebildet worden sind. Die nähere Untersuchung ergab, das diese kugeligen Auftreibungen durch den Ascushaufen eines parasitischen Pilzes hervorgerufen werden (Fig. 34). Gewöhnlich hat die Auftreibung einen Durchmesser von ca. 60 μ. Ihre gelblich braune, etwa 4 μ dicke Wand wird einzig und allein von der etwas gequollenen Masse der Scytonema-Scheide gebildet und zeigt keine Spur einer Hyphe, dagegen noch Reste der lamellösen Scheidenstructur. Das ganze Innere der kugeligen Ausweitung wird von einem Ascushaufen ausgefüllt. Die einzelnen Asci dieses Haufens divergiren mit ihren Scheiteln nach allen Richtungen, wie die Radien einer Kugel; sie besitzen jedoch einen gemeinschaftlichen Befestigungspunkt, der beiläufig in der Mitte der kugeligen Ausweitung liegt. Die Form der Sporenschläuche ist breit birnformig, ausserdem sind die Asci 8sporig, deutlich gestielt und etwa 25—26 μ lang und 17—18 μ breit. Die farblosen etwa 8 μ langen und 3—5 hohen, glatten Sporen haben eine flache Bauch- und eine gewölbte Rückenseite und bilden in dem Ascus einen kugeligen Haufen¹). Der beschriebene Ascusknäuel besitzt keine Perithecienwand, noch sonst irgend eine Mycelhülle, sondern liegt absolut nackt im Inneren der kugelig aufgetriebenen Scytonema-Scheide. Der die Auftreibung verursachende Ascomycet muss daher zu den Gymnoascen und wegen seiner sonstigen Eigenthümlichkeiten zu der Gattung der Endomyces (Rees) gestellt werden.

Ueber die Entwickelung des Ascusknäuels konnte ich nur Folgendes ermitteln. Das Mycel des Pilzes dringt in die Form von zarten, septirten, farblosen Hyphen an einer beliebigen Stelle in die Scheide der Sytonema ein und zwar gewöhnlich senkrecht gegen die Mantelfläche des cylindrischen Fadens. Dort, wo die Hyphe eindringt, wird meist etwas Scheidensubstanz resorbirt und an dieser Stelle erscheint daher die eindringende Hyphe von einem Hof umgeben (Fig. 34*c*). Wenn der senkrecht eindringende Mycelfaden die innnerste Lamelle der Scheide erreicht hat, biegt er gewöhnlich um und verfolgt nun, unter schwächerer und stärkerer Verzweigung, eine mehr longitudinale Wachsthumsrichtung innerhalb der Scheide. Ein oder der andere Seitenzweig dringt aber doch auch in die Zellreihe (Trichom) der Scytonema selbst ein, besonders gern an solchen Stellen, wo die Algenprotoplasten noch eine zarte Membrane und der ganz innere Zellfaden (Trichom) ein oscillarinartiges Aussehen hat. Durch das Eindringen des Mycelastes sterben alle jene Algenprotoplasten, in welche der Pilz unmittelbar eindringt, der Reihe nach ab und werden von der Hyphe grösstentheils resorbirt, während gleichzeitig die Scheide rings um die absterbenden Protoplasten sichtlich erweicht wird. Das Zugrundegehen der Algengenprotoplasten innerhalb der kugeligen Anschwellungen hat schon Itzigsohn beobachtet, wenn er auch die Ursache des Absterbens durch die eindringende Hyphe nicht

---

1) Leider bekam ich niemals ganz reife Sporen zu Gesicht.

erkannt hat, wie denn überhaupt das Wort Hyphe oder Pilzfaden in seiner ganzen Abhandlung gar nicht erwähnt wird. Die bezügliche Stelle lautet: »Je mehr sich die Kuppe (die Anschwellung des Scytonema-Fadens) in ihrer Convexität vergrössert, desto deutlicher sah man, dass an der entsprechenden Stelle die Gonidialzellen resorbirt wurden und dass durch irgend eine vitale Einwirkung dieselben in eine gelblich bräunliche, pulpöse Masse verwandelt waren. Somit fehlten denn in den fertig entwickelten, kugeligen Anschwellungen die Gonidien gänzlich und die Gonidien des um zu beiden Seiten der Kuppel in diesen einmündenden Zellschlauches waren gegen die gelblich pulpöse Masse scharf abgesetzt«. Ich kann hinzufügen, dass der, in die Scytonema-Protoplasten eindringenden Mycelzweig stark anschwillt, an den Gelenken (Zellwänden) deutlich knotig wird und sich mit einem stark lichtbrechenden Inhalt erfüllt. Bald darauf treibt er an einer bestimmten Stelle einige kurze Zweige, welche ein sehr lockeres, grossmaschiges Knäuel bilden. Aus den Hyphen dieses Knäuels und Büschels gehen, als unmittelbare Ausstülpungen, die Sporenschläuche hervor, welche gleich anfangs mit ihren Scheiteln nach den Radien der Anschwellung orientirt sind. In dem Maasse nun, als sich der Ascusknäuel vergrössert, wird die ohnedies bereits stark gequollene Scheide des Scytonema-Fadens passiv gedehnt und erlangt endlich bei vollständiger Reife der Asci ihre definitive Kugelgestalt. Die jugendlichen Asci sind anfangs sehr zart und enthalten 8 grosse, stark lichtbrechende Zellkerne. Zerquetscht man in diesem Entwickelungsstadium der Asci die ganze kugelige Anschwellung, so werden natürlich die zarten Sporenschläuche ebenfalls zerquetscht und ihr Inhalt tritt dann in der Form einer schleimigen Masse heraus, aus welcher die Zellkerne, als runde und eiförmige Körperchen (wahrscheinlich die Spermatien Itzigsohns), deutlich hervorleuchten.

Wir sind nun bei der Frage angelangt, ob die Ephebella noch fernerhin als Flechte zu betrachten sei oder nicht.

Von einem Flechtenpilz wird jetzt allgemein vorausgesetzt, dass er mit einer bestimmten Alge in einer dauernden Symbiose lebt, welche beiden Theilen zum Vortheile gereicht [1]).

Wie verhällt sich dagegen unser Endomyces zu seiner Scytonema? Er dringt in ihre Scheide und lebt in derselben so lange als Endophyt, bis sich ihm die Gelegenheit bietet in die Algenprotoplasten selbst einzudringen und diese zu tödten; dann erst entwickelt er seine Fructifica-

---

1) Dies gilt wenigstens im Grossen und Ganzen. Denn dass einzelne Algenindividuen und geringe Gruppen von Algenindividuen in den älteren Theilen des Flechtenthallus zu Grunde gehen können — ist längst bekannt. Siehe über diesen Punkt Bonnet's denkwürdige Abhandlung: Rech. sur l. Gon. d. Lich. An. sc. nat. t. XVII. Ferner meine »Flechtenstudien« nämlich das Verhalten der Gonidien bei Ephebe Kerneri, Plectospora condensata und Eolichen compactus.

tionsorgane, wobei er einen Theil der Scytonema-Scheide gallenartig auftreibt.

Ist dies eine auf gegenseitiger Förderung beruhende Symbiose? Ich glaube nicht, denn das Verhalten der Endomyces unterscheidet sich in keinem wesentlichen Punkte, von dem eines echten Schmarotzers. Man führe gegen diese Auffassung nicht die grosse Aehnlichkeit der Ephebella mit Ephebe (einer anerkannten Flechte) ins Treffen. Denn auf diesen Einwand müsste ich antworten, dass die Verhältnisse bei Ephebe denn doch ganz anders liegen, wie bei Ephebella. Bei Ephebe fördern sich Pilz und Alge offenbar gegenseitig, beide zusammen bilden eine lebenskräftige, biologische Einheit, welche freudig gedeiht und zuweilen grosse Felsflächen überwuchern kann. Die von Endomyces befallenen Scytonema geht dagegen zu Grunde, wenigstens in jenen Stämmchen, welche die kugeligen Auftreibungen zeigen.

Ich beantrage daher die Ephebella aus der Klasse der Flechten zu streichen und ihren Pilz in die Familie der Gymnoascen einzureihen. Im Folgenden gebe ich seine Diagnose.

Endomyces Scytonematum nov. spec.
(Ephebella Hegetschweileri Itzigsohn).

(Taf. III Fig. 34 *a*, *b*, *c*).

Mycel farblos, septirt etwa 0,8—1 μ dick. Fertile Hyphenstücke (etwa 2 μ) an den Gelenken knotig angeschwollen. Sporenschläuche birnförmig, deutlich gestielt, 8sporig, etwa 25—26 μ lang und 17—18 μ breit. Sporen im Schlauche gehäuft, farblos (?) einzellig, glatt, etwa 8 μ lang und 6 μ breit, caffeebohnenartig, d. h. mit flacher Bauch und gewölbter Rückenseite (Fig. 34 *b*). Die Ascushäufchen bilden in verschiedenen Scytonema-Arten kugelige und flaschenförmige Auftreibungen (Algengallen). Das vegetative Mycel bewohnt die Scheiden[1], das fertile dringt in die Algenzellen und tödtet dieselben.

Von mir auf Scytonema alatum (Borzi) bei Neuhaus nächst Cilli in Steiermark gefunden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Jungermannia quinquedentata mit den Fruchtkörpern der Parüphädria besetzt — schwach vergrössert.

Fig. 2. Längsschnitt durch den Stamm der Jungermannia. Bei *a* bildet auf einem Algenhäufchen das eingedrungene Mycel ein Fruchtkörperprimordium — 300.

Fig. 3—9. Entwickelungszustände der Parüphädria — 300.

Fig. 10. Reifer Ascus, 800.

---

1) Verläuft auch häufig zwischen den Fäden der Alge.

Fig. 11. Entleerter Ascus., 800.

Fig. 12. Paraphyse, 800.

Fig. 13. Sporen, 800.

Fig. 14—20. Entwickelungszustände der Gloeopeziza auf Jung. trichophylla, 450.

Fig. 21. Reife Gloeopeziza im optischen Längsschnitt, 450. *a*: Mikroskopische Thallusschüppchen.

Fig. 22. Reifer Ascus, 800.

Fig. 23. Paraphysen, 800.

Fig. 24. Ascus nach der Sporenejaculation, 800.

Fig. 25. Sporen, 800.

Fig. 26. Ein Stück Hypheothrixhaut, besetzt mit dem Perithecien von Nectria phycophila, 180.

Fig. 27. Ein Scytonema-Faden aus der Hypheothrixhaut mit eingedrungenem Mycel, 300.

Fig. 28-30. Verschiedene Fadenelemente der Hypheotrixhaut, 800.

Fig. 31. Reifer Ascus der Nectria, 800.

Fig. 32. Sporen, 800.

Fig. 33. Ein büschelig verzweigter Hypheothrix-Faden, 800. (Gewöhnlich ist Hypheothrix unverzweigt).

Fig. 34. Endomyces Scytonematum nov. spec. (Ephebella Hegetschweileri Itzigs.), 800.

a: Ascus *b*: Nicht ganz reife Sporen, 800.

Lichenologische Beiträge

von

Dr. J. Müller.

XXXIV.

1580. **Synechoblastus coilocarpus** Müll. Arg.; thallus fere monophyllus, majusculus, laxe adhaerens, irregulariter (non radiatim) tortuoso-plicatus et hinc inde clathratim perforatus, fusco-nigricans v. madefactus nigrescenti-olivaceus, siccus coriaceo-membranaceus; apothecia 1—1$^{1}/_{3}$ mm lata et minora, praesertim in jugis sita, juniora omnino immersa et gyalectiformi-aperta, thallo marginata, dein magis emersa semperque urceolato-concava et crasse marginata; margo demum subrugosus; discus rufus v. fusco-ruber, nudus; sporae 8-nae, 35—40 μ longae, 5—5$^{1}/_{2}$ μ latae, fusiformes, utrinque acutatae, 6—9-loculares. — Habitu inter *S. flaccidum* et *S. nigrescentem* Auct. medium tenet, at apotheciis majoribus et crasse marginatis ad *S. japonicum* Müll. Arg. L. B. n. 131 accedit, a quo jam differt sporis magis divisis et dein essentialiter apotheciis junioribus peculiariter immersis. — Corticola in insula Mauritii: Dr. Capes.

1581. **Synechoblastus bicaudatus** Müll. Arg.; habitus ut in *S. flaccido* Körb., sed thallus amplus, platylobus, firme membranaceus, laevis (non plicatus) et nudus, obscurato-olivaceus, lobi integri; apothecia sparsa, adpresso-sessilia, 1—1$^{1}/_{2}$ mm lata, tenuiter et demum tenuissime marginata; discus planus, rufescenti-fuscus, nudus; sporae 8-nae, bicaudato-fusiformes, 6-loculares, 45—50 μ longae, 8—9 μ latae, utrinque

longissime caudato-acuminatae. — Sporis peculiaribus insignita species, cauda enim utriusque extremitatis reliquam partem latiorem dimidiam sporae saepe aequat aut superat. — Ad Portum Chusan in Koraea: Wilford n. 965.

1582. **Sphaerophoron polycladum** Müll. Arg., jam in Lich. Gazelle p. 50 et in Lich. Cap Horn breviter enunciatum. Caules circ. 2—10 cm alti, teretes, vage ramosi et ramulos iterum iterumque divergenter di-trichotome v. fere dendroideo-ramosos acute attenuatos, tenues et laevigatos gerentes; apothecia longe pedunculata, pedunculi (apices ramorum ramillis destituti) $^{2}/_{3}$—1 mm lati, immediate sub apotheciis impresso-subfoveolati; apothecia pedunculis subclavatis leviter latiora, globosa, atra, basi circumcirca regulariter separata denudata; sporae globosae, 8 μ latae, coerulescentes. — Medium tenens inter australiense *Sph. tenerum* Laur. (ubi pedunculi fructigeri tenuiores, apice non foveolato-rugosi et tota planta gracilior) et *Sph. globiferum* DC. (ubi ramificatio alia, depauperata et capitula oblique et superne tantum denudata, et planta tota validior). — Specimina recentiora stramineo-albida, in hb. dein e flavescente fuscescentia, et magnitudine caeterum eximie ludentia. Hujus synonymon est: *Sph. tenue* f. *major* Krplh. Lich. Wawra p. 4. — Crescit in insula Chiloë, in Patogonia ad Eden Harbour (Sarmiento Channel): J. Ball, ad Fretum Magellan: Dr. Naumann (sterile, quod olim in Lich. Gazelle p. 50 ad *Sph. tenerum* retuli), et Dr. Coppinger; Campbell Isl. et Lord Auklands Island.

1583. **Acolium ventricosulum** Müll. Arg.; thallus albido-pallidus, minute depresso-granularis, granula in hypothallo subconcolore verniceo nitidulo sparsa aut hinc inde in stratum tenue continuum subverniceum confluentia; apothecia breviter cylindrica, circ. triente longiora quam lata, basi attenuata immersa, caeterum libera, media altitudine modice ventricoso-latiora, novella apice hemisphaerica, poro depresso aperientia, evoluta late truncata, tota fusco-nigra et nuda, diametro $^{1}/_{2}$ mm aequantia; discus planus, margine acutus; paraphyses capillares; asci lineares, 8-spori; sporae 1-seriales, fuscae, 12—13 μ longae, 7—9 μ latae, biscoctiformes, medio constrictae, utrinque rotundato-obtusae. — Congeneribus subaffinibus longe gracilius. — Ad cortices, in montibus oregonensibus Galton Americae septentr.: Dr. Lyall (in hb. Kew.).

1584. **Baeomyces chilensis** Müll. Arg.; *Baeomyces rufus* v. *chilensis* Nyl. Syn. p. 177; *Biatora byssoides* v. *chilensis* Montg. in Cl. Gay Flor. Chilen. II. p. 173. A *B. rufo* DC. specifice distinguitur: thallo carneo-albo, crebre areolato, areolis planis v. subplanis, apotheciorum disco persistenter plano v. subconcavo. — Ludit stipite mono-polycephalo. Sporae 11—14 μ longae, 3—4 μ latae, cylindrico-obovoideae. — In Chili, ad saxa micaceo-schistosa prope Arrique: Lechler n. 667.

1585. **Stereocaulon subramulosum** Müll. Arg.; podetia 5—8 cm longa, subdichotome et racemosim ramosa, validiuscula, primaria inferne nuda et decorticata, superne cum secundariis altero latere nuda et phyllocladiis destituta, caeterum iis copiose praedita; phyllocladia cylindrica, gracilia, simplicia et dendroideo-ramulosa, 2—4 mm longa; cephalodia 1$^{1}/_{2}$—2$^{1}/_{2}$ mm lata, caesio-nigricantia, superficie profunde uvarum instar granularia; apothecia in ramis et ramulis terminalia, cephaloideo-biatorina, fusca, 1$^{1}/_{2}$—2 mm lata; hypothecium fulvo-fuscum; sporae 8-nae, circ.

32 μ longae et 3½—4 μ latae. — Habitus, phyllocladia, apothecia et sporae ut in vulgari *St. ramuloso* Ach., sed cephalodia sunt omnino diversa, quoad superficiem ut in *St. botryophoro* Müll. Arg. Gonimia eorum ut in *St. ramulosa* Ach. — In Japoniae montibus Fusijama et Ontake: Miyoshi.

— — β **humile** Müll. Arg.; 1½—2 cm altum, compactum, fastigiato-ramosum, phyllocladia verruciformia et breviter cylindrica, longiora vix 1½ mm longa. — Reliqua conveniunt. Habitus ut in *St. condensato* Laur. — Tosa in Japonia: Miyoshi.

1586. **Stereocaulon uvuliferum** Müll. Arg.; podetia 2½—4 cm alta, parce vage ramosa, gracilia, inferne 1⅓ mm lata, haud tomentosa, undique phyllocladiis tenuibus verruciformibus et pro magna parte e verruciformi cylindricis vix 1 mm longis vulgo simplicibus et hinc inde bifurcatis aut rudimentarie pauciramulosis ornata, altero latere subnuda, tota cum phyllocladiis 2—2½ mm lata; cephalodia parvula, obscure olivacea, superficie profunde uviformi-granularia; apothecia 1—1⅓ mm lata, in ramis et ramulis terminalia et juxta apicem hinc inde sessili-lateralia, novella in apice ramulorum paullo incrassato et in eum immersa et pallidius crasso-marginata, demum convexa et nigro-fusca; sporae 22—36 μ longae, 3½ μ latae, tenuiter digitiformes, utrinque obtusae, 4-loculares. — Habitu *St. sphaerophoroidi* Tuck. simile, sed apothecia lateralia rara et phyllocladia gracilia. Cephalodia et gonimia ut in *St. subramuloso*. — In Japoniae monte Tomba: Miyoshi.

1587. **Stereocaulon octomerum** Müll. Arg.; podetia circ. 2 cm alta, circ. a medio dense ramosa, inferne nuda et decorticata, 2 mm crassa, superne phyllocladiis creberrimis verruciformibus et pro majore parte digitiformibus simplicibus et rudimentarie ramulosis teretibus apice albidioribus obsita; cephalodia caesio-cinerea et dein nigrescentia, parvula, superficie uviformi-granularia; apothecia in ramis et ramulis terminalia, novella margine prominente crasso concolori-fusca, evoluta immarginata et subplana, majuscula, 2½—3 mm lata; sporae 32—40 μ longae, 5—7 μ latae, pro genere robustae, rectae, utrinque obtusae, 8-loculares. — Habitu et cephalodiis ad *St. subramulosum* β *humile* Müll. Arg. accedit, sed validius, phyllocladia melius evoluta, apothecia latiora et plana aut subplana et crasse marginata et sporae caeterum aliae sunt. A *St. botryophoro* nostro, cujus apothecia ignota, differt phyllocladiis demum definite cylindricis dactyloideis. — Ad cacumen montis Ontake Japoniae: Miyoshi.

1588. **Stereocaulon obscurum** Müll. Arg.; 1—1½-pollicare, laxe subdepresso-caespitosum, obscure cinereum et superne hinc inde latere superiore coerulescenti-fuscum; podetia parce ramosa, inferne denudata et subtenuia, glabra, decorticata, caeterum dense phyllocladiis ornata; cephalodia sessilia, obscura; phyllocladia superiora glomerulose divisa, sessilia, media et inferiora multo longiora, apice corymbulose divisa, divisiones graniformes, truncatae, demum scutellares et inter se subdiscretae; apothecia circa apicem numerosa, lateralia, subsessilia, ½—⅔ mm lata, obconica, olivaceo-nigricantia, concava et plana; sporae anguste fusiformes, circ. 45 μ longae et 4 μ latae, 4-loculares. — Proximum est *St. vesuviano* Pers., cujus phyllocladia alia, media et inferiora multo breviora, in glomerulos sessiles v. subsessiles divisa, divisiones magis concretae et aliter coloratae. *St. violascens* Müll. Arg. e Chimborazo differt phyllocladiis quasi in stratum confluentibus. — In monte Cameroun Africae occidentalis, alt. 5000—12000 ped., ubi Lavam obtegit: E. Mann, n. 15.

1589. **Cladonia submedusina** Müll. Arg.; *Cl. medusina* Wainio Monogr. Cladon. p. 239 quoad specim. brasiliense Sprucei n. 21 solum (non diagn.); medium tenet inter *Cl. peltasticam* Müll. Arg. (Wainio l. c. p. 294) et *Cl. medusinam* Nyl. (Wainio l. c. p. 239), superficie mox rugulosa podetiorum cum priore, et colore distincte et quidem distinctius stramineo cum posteriore congruit. Ab hac ulteriore insuper recedit podetiis validioribus et magis patenter et laxius ramosis, ramulis haud arrecto-parallelis, non in caespitem densissimum myriocladum congestis, et podetia sterilia dein fertilibus subduplo tenuiora sunt. — Vera *Cl. medusina* (Bory) Nyl. hucusque non nisi in ins. Borbonia et Mauritius lecta est. — Ad Rio Negro prope Barras (Brasiliae): Spruce n. 21, et in Guyana anglica: Appun n. 569.

1590. *Cladonia leucocephala* Müll. Arg.; thalli laciniae majusculae, subcuneiformes, inciso-lobatae et crenulatae, supra pallide virides, subtus niveae et pulverulentae; podetia 1—1½ cm longa, gracilia, ¾ v. fere 1 mm crassa, simplicia aut raro bifurcata, alba, incomplete granulari-corticata, paullo translucentia, haud sorediosо-farinosa, subesquamosa v. fertilia apice confertim squamosa, omnia apice in scyphum clausum abeuntia; scyphi steriles 1½—2 mm tantum lati, fertiles autem 4—6 mm lati, simplices aut lobati, margine spermogoniis carneis denticulati; apothecia ipsa in margine scyphorum pauca, podetiis circiter aequi-crassa, subglobosa, albido-carnea, novella truncata et linea intensius carnea cincta, demum subirregularia. — Affinis *Cl. carneae* Fr., sed alba et tenuis. Apotheciorum color ut in *Cl. botryte* Hoffm., cujus podetia ascypha sunt. A *Cl. dactylota* Tuck. longe distat. — In Nova Hollandia: Dr. Ferd. v. Mueller.

1591. **Usnea articulata** Hoffm. v. **asperula** Müll. Arg.; thallus cinereo-stramineus, rami inferne pro parte polito-laeves et hinc inde impresso-punctulati, parce articulati, articulis inaequaliter cylindricis, caeterum cum ramis et ramulis prominenter sorediosо-asperuli. — Corticola, in monte Idsu Japoniae: Miyoshi.

1592. **Roccella dissecta** Müll. Arg.; thalli mollis et flaccidi et cinereo-albidi laciniae tenuiter complanatae, valde lineari-dissectae et hinc inde parcius aut crebrius fisso-perforatae, lacinulae elongatae, longe attenuatae, membranaceo-complanatae et valde flaccidae et intricatae varieque subtortae. Apothecia ignota. — Planta chilensis a cel. Cl. Gay lecta et ab ipso Montg. pro varietate suae *Roccellae intricatae* determinata et ab eo Nylanderoque sub *R. intricata* distributa, est evidenter species distinctissima, sed diu neglecta et quidem male lecta. Quoad formam laciniarum potius ad singularem *Ramalinam reticulatam* Krplh. accedit quam ad ullam *Roccellam*. Color thalli tamen est *Roccellae*, et quod majoris et certioris momenti: gonidia sunt chroolepoidea *Roccellae*, nec simpliciter globosa ut in *Ramalina*. — In Chili: Cl. Gay (in var. hb.).

1593. **Evernia mesomorpha** Nyl. Scand. p. 74, f. **esorediosa** Müll. Arg.; tota asperitatibus sorediosis destituta, crebre rugulosa. — Apothecia 1 cm lata; sporae ellipsoideae, 8—9 μ longae. — Corticola ad Nikko in Japonia: Miyoshi.

1594. **Stictina endochrysoides** Müll. Arg.; thallus macrophyllus et amplo-lobatus; laciniae planae, breviuscule discretae, centro late connatae, ambitu late lobatae et crenatae, membranaceae, livido-argillaceae, supra laeves v. obsolete inaequales et glabrae, subtus pallidiores, ochroleuco-pallidae v. centro fuscescentes, brevissime pallido-tomentellae et praesertim centrum versus plicatulo-rugosae, intus flavae; stratum gonimicum coerulescens; pseudocyphellae flavae, exiguae, verrucoso-prominentes; spermogonia paullo prominula, nigro-ostiolata; apothecia sparsa, margine crasso involuto dorso dense verrucoso-aspero cincta, demum valde applanata, 3—5 mm lata, tenuia et margine tenuissimo et integro demum haud prominente cincta; discus obscure fuscus, nudus; sporae bacillari-fusiformes, circ. 60 μ longae, tantum 4 μ latae, 4-loculares. — Species insignis, sat bene *Stictam endochryseam* Del. inter *Stictinas* referens. — Ramulicola in insula chilensi Chiloë.

1595. **Stictina gracilis** Müll. Arg.; thallus profunde laciniato-divisus, basi breviter stipitatus, supra olivaceo-fuscescens et laevis et glaber, subtus nigricanti-fuscus v. circa margines pallens, brevissime tomentellus et cyphellis parvis nonnihil prominentibus crebre praeditus; laciniae circ. 1½—3 cm longae, spathulatae, breviter pennatim sinuato-lobatae, supra concaviusculae, subtus inferne praesertim convexae, basi semiteretes; cyphellae margine turgido prominentes, apertura integra circ. $^1/_{10}$ mm lata; gonimia generis; apothecia circa sinus marginalia, 1—2 mm lata, sessilia, plana; margo integer et laevis, disco subplano rufo-fusco pallidior; sporae in ascis 8-nae, fusiformes, 2—4-loculares, circ. 50 μ longae et 7—8 μ latae. — Habitus ut in *St. cyphellulata* Müll. Arg., sed cyphellae majores, margines thalli non corallini et apothecia non sparsa. — In montanis Tosa Japoniae: Miyoshi.

1596. **Sticta Miyoshiana** Müll. Arg.; thallus glauco-pallens, habitu omnino ut in *Sticta herbacea* Ach. et *St. sinuosa* v. *macrophylla* Müll. Arg., supra tamen circa margines levissime pulveraceo-subtomentellus, subtus fuscus et tomentellus, crebre thelotremoideo-cyphellatus, demum ibidem subglaber et cyphellis explanatis ornatus; spermogonia paullo prominentia; apothecia sparsa, sat numerosa, laxe sessilia, 2—5 mm lata, turbinato-cupularia, ore conniventia et crenulata et subpulveraceo-tomentella; discus fuscus; sporae 75—85 μ longae, 5 μ latae, 2—4-loculares. — Prope *Stictam Wrightii* Tuck. locanda est, a qua indumento partium et sporis elongatis multo tenuioribus differt. — Corticola ad Uzen Japoniae, ubi leg. cl. Miyoshi, qui numerosos alios insignes Lichenes in Japonia recenter collegit.

1597. **Sticta Yatabeana** Müll. Arg.; similis *St. Miyoshianae*, et indumento, laciniis thalli, apotheciis et sporis bene cum ea conveniens, subtus autem statim in eo diversa quod cyphellae omnino desunt. Indumentum paginae inferioris fusco-nigricans, copiosum, versus extremitatem laciniarum saepe per spatiola varia, orbicularia, elliptica, et irregularia deficiens et fere pseudocyphellas simulans. — Juxta *Stictam patiniformem* Müll. Arg., s. *Parmeliam patiniformem* Tayl., s. *Ricasoliam sublaevem* Nyl. locanda est. — In montanis Ontake Japoniae: Miyoshi (a cl. Prof. Yatabe mecum communicata).

1598. **Anzia hypoleucoides** Müll. Arg.; similis *A. hypoleucae* Müll. Arg. L. B. n. 1502, e Nova Guinea, sed paullo gracilior, magis glauca, laciniae crebre dichotome divisae (nec elongato-laciniatae ut in illa et in *A. taeniata* Stitzenb.) et indumentum paginae inferioris tantum ad extremitates laciniarum pallido-fuscum, mox nigro-fuscum; apothecia 10—15 mm lata, fusca, in dorso laevi albida. Sporae in ascis numerosae, tenellae et subcontortae ut videtur, sed omnino evolutae haud visae sunt. — Corticola in Japonia centrali, loco Tosa: Miyoshi.

1599. **Anzia Opuntiella** Müll. Arg.; thallus cinereo-glaucus (v. hinc inde in rosellum vergens); laciniae crebre di-trichotome divisae et breviter et profunde opuntioideo-articulatae, subtus nigro-pannosae; articuli rhombeo-orbiculares v. saepe latiores quam longi, 2—3 mm lati, plani, laeves et undique concolores. — Apothecia ignota. — Species articulis laciniarum valde abbreviatis, hinc inde fere omnino segregatis (ut in magellanica *Parmelia opuntioïde* Müll. Arg.) valde insignis est. — In Japoniae montanis Tosa: Miyoshi.

1600. **Pyxine limbulata** Müll. Arg.; thallus e flavescente pallidus v. nonnihil fuscescenti-pallidus, irregulariter laciniatus; laciniae subcaespitosae, adpressae, directione irregulari vix radiantes, circ. $1^{1}/_{4}$—$1^{3}/_{4}$ mm latae, varie divisae et rotundato-paucilobulatae, planae, laeves, crassiusculae, secus margines undique verruculis perexiguis srediosulis et subcaesiis densis anguste limbulatae; apothecia 1—2 mm lata, laxe sessilia, tota fusco-nigra, crassa, margo crassiusculus, integer; epithecium et hypothecium fusco-nigricantia; sporae 8-nae, 16—23 μ longae et 8—10 μ latae, more congenerum 2-loculares et fuscae. — Est validior quam affinis *P. Cocoës* Nyl., et laciniae ad margines tuberculis sorediosulis ${}^{7-15}/_{100}$ mm latis, quodammodo *Stictinam intricatam* Nyl. in memoriam revocantibus sed subtilioribus, insignitae sunt. — In montanis Tosa Japoniae: Miyoshi.

1601. **Thelotrema cinereum** Müll. Arg.; thallus cinereus, tenuissimus, laevigatus; apothecia globosa, fere omnino emersa, strato thallino crasso tecta, ${}^{4}/_{5}$ mm lata, sine strato ${}^{1}/_{2}$ mm v. paullo ultra lata, regularia, hemisphaerica, vertice umbilicato-ostiolata, apertura ${}^{1}/_{10}$ mm lata; perithecium completum, rufescenti-pallidum; sporae solitariae, hyalinae, 100—200 μ longae, 23—45 μ latae, fusiformes, e circ. 20—24-loculari copiose locellatae. — Nonnihil ad *Th. microstomum* Müll. Arg. accedit, sed thallus laevigatus, apothecia minus lata et apice umbilicata, nec mamillari-apiculata. Prope *Th. Lockeanum* Müll. Arg. inserendum est. — Corticola in montanis japonicis Tosa (cum *Ocellularia micropora*, sc. *Thelotremate microporo* Montg. Cent. 6. p. 18): Miyoshi.

1602. **Thelotrema** (s. **Pseudo-Ascidium**) **umbonatum** Müll. Arg.; thallus cinereus et flavescenti-cinereus, laevis et nonnihil papillosus; apothecia numerosa, emersa, strato thallino crasso tecta, $1^{1}/_{2}$—$1^{3}/_{4}$ mm lata, hemisphaerica, obtuse gibbosa, vertice late depressa, in depressione ostiolum emersum robustum ${}^{1}/_{3}$—${}^{1}/_{2}$ mm latum subhemisphaericum perforatum integrum gerentia et circa basin ostioli depressa; perithecium fulvo-pallidum; sporae 1-nae, hyalinae, maximae, 200—300 μ longae et 35—50 μ latae, cylindrico-fusiformes, e circ. 26-loculari creberrime multilocellosae. — Species insignis, nulli nisi *Thelotremati pachystomo* Müll. Arg., sc. *Ascidio pachystomo* Leight. Lich. of Ceyl. n. 99 affine est, ubi autem apothecia magis rigida et perithecium crassum et nigrum. — Corticola in monte Tosa Japoniae: Miyoshi.

1603. **Thelotrema** (s. **Pseudo-Ascidium**) **microstomum** Müll. Arg.; thallus olivaceo-cinereus, tenuissimus, laevis; apothecia omnino thallino-vestita et cum thallo concolora, nano-hemisphaerica, $^{3-5}/_{4}$ mm lata, obsolete gibbosa et regularia, vertice nonnihil deplanato et hinc inde paullo decolorato in ostiolum emerso-mamillare tantum $^{1}/_{7}$ mm latum apice punctiformi-pertusum et demum pallidius abeuntia; perithecium completum, undique rufescenti-pallidum; sporae solitariae, hyalinae, 150—250 μ longae, 25—30 μ latae, 20—30-loculares, loculi ipsi transversim duplice serie multilocellati, locelli in quaque serie 6—10, sat regulariter dispositi. — Species in sect. *Pseudo-Ascidio* jam habitu valde distincta, subaffinis tamen *Th. umbonato* Müll. Arg., sed apothecia et eorum umbo multo minora. — Corticola in montanis Tosa Japoniae: Miyoshi.

1604. **Graphis** (s. **Phanerographa**) **aperiens** Müll. Arg.; thallus cinereus, tenuis, laevis, demum rimulosus et secus lirellas fissus; lirellae nigrae, modice emergentes, simplices, varie curvulae et crebre numerosae, ad latera thallino-vestitae, superne nudae; labia primum arcte conniventia, dein patentia et discum dilatatum planum cinereo-nigrum (halone thallino tectum) denudantia et ipsa demum vix prominentia; perithecium basi completum; sporae in ascis 8-nae, hyalinae, fusiformes, circ. 9—10-loculares. — Quodammodo ad *Gr. assimilem* Nyl. accedit, sed lirellarum discus evolutus planus, late apertus, $^{1}/_{5}$—$^{1}/_{4}$ mm latus et habitus dein omnino alius. A *Gr. Smithii* Leight. autem recedit perithecio basi completo. Sporae ut in *Gr. scripta* Ach. — Sect. *Phanerographa* distinguitur: perithecio nigro, basi completo, disco demum late aperto, plano. — Corticola prope Tokyo: Miyoshi.

1605. **Graphina** (s. **Platygrammopsis**) **japonica** Müll. Arg.; thallus cinereo-albus, tenuissimus, continuus, ruguloso-inaequalis; lirellae semi-immersae, 2—5 mm longae, fere 1 mm latae, vulgo simplices, varie curvulae, saepe altero latere longe acuminatae alteroque obtusae, extus strato thallino crasso valide thallino-duplicatae, vertice in margine angusto nigro-prominulo nudae; perithecium fusco-nigrum, modice crassum, subtus deficiens; discus planus, demum late apertus et nudus, niger v. nigro-fuscus; asci 3—4-spori; sporae hyalinae, circ. 65 μ longae et 17—20 μ latae, e 12-loculari multilocellosae, loculi transversim circ. 4—5-locellosi. — Prope *Gr. atro-fuscam* Müll. Arg. et *Gr. lapidicolam* (Fée) Müll. Arg. locanda est. A priore differt lirellis crasso-duplicatis et sporis, et a posteriore, cui multo similior, lirellis late apertis. — Corticola in montanis Tosa Japoniae: Miyoshi.

1606. **Pyrenula impressa** Müll. Arg.; thallus olivaceo-virens, tenuis, firmus, undulato-rugosus, haud limitatus; apothecia nigra, globosa, $^{7-9}/_{10}$ mm lata, strato thallino crasso duplicata et dein depresso-verruciformia, cum thallo concolora, modice emergentia, vertice late impressa et in depressione ostiolo exiguo annuliformi ornata, caeterum solitaria et varie confluenti-composita; perithecium nigrum, completum; sporae 8-nae, subuniseriales, fuscae, 4-loculares, 35—38 μ longae et 12—15 μ latae. — Affinis *P. mastophorae* (Nyl.) Müll. Arg. L. B. n. 597, sed thallus obscure olivaceus, apothecia multo naniora et vertice late depressa; quasi medium tenet inter *P. mastophoram* et australiensem *P. defossam* Müll. Arg. L. B. n. 545. — Corticola in montanis Tamba Japoniae: Miyoshi.

Litteratur.

W. Nylander, Lichenes Japoniae. Parisiis 1890, 122 Seiten.

Vor wenigen Tagen hat ein lichenologisches Werk die Presse verlassen, welches rücksichtlich des Inhaltes und der Darstellung interessant wie wenige, nicht verfehlen wird selbst über die Kreise der Lichenologen hinaus Aufmerksamkeit zu erregen; handelt es sich doch um einen Beitrag zur Flora eines Landes, das, wenn auch im fernsten Asien gelegen, nichtsdestoweniger in den letzten Jahrzehnten in enge Beziehungen zur europäischen Cultur getreten, um ein Land, dass trotz der Kenntnisse, welche wir über seine höheren Pflanzen schon lange besitzen, in lichenologischer Beziehung bislang nahezu terra incognita war. Des Weiteren steht das Nylander'sche Buch, ähnlich seinem Werk über die Lichenen der Beringstrasse, in directester Verbindung mit der ewig denkwürdigen Reise des Seehelden Nordenskjöld auf dem Schiffe Vega, welches, den Botaniker Almquist unter seiner wissenschaftlichen Besatzung, nach Durchschiffung des nördlichen Eismeeres und der Beringstrasse im September 1879 Japan zwischen Yokohama und Nagasaki anlief und dort dem obgenannten Botaniker Gelegenheit gab vom Niveau des Meeres bis zu einer Höhe von 3750 m. während eines mehrwöchentlichen Aufenthaltes seine Thätigkeit zu entfalten. Auf diese Sammlung ist das neue Nylander'sche Werk gegründet und gliedert sich in einleitendes Vorwort, einen speciellen beschreibenden Theil und in einen Anhang; der letztere, etwa einen Druckbogen umfassend, beschäftigt sich, wie wir hier der gewöhnlichen Ordnung entgegen vorgreifend bemerken wollen, mit Lichenen der nordamerikanischen Union, welche zum Theil schon vorher von Tuckerman behandelt worden waren, und mit einer Aufzählung (44 Spec.) von Lichenen, die Almquist während des Aufenthaltes der Vega auf der Insel Labuan bei Borneo gesammelt hat. Die Zahl der von Almquist in Japan aufgenommenen Lichenen beträgt 382 Arten, wovon 209 gleichzeitig in Europa vorkommen. Hervorragend sind darunter Collemei mit 11, Cladoniei mit 23, Cetrariei mit 11, Parmeliei mit 31, Physciei und Pyxinei zusammen mit 16, Lecanorei mit 64, Pertusariei mit 23, Thelotremei mit 11, Lecideei mit 90, Xylographidei und Graphidei mit 20 und Pyrenocarpei mit 28 Arten vertreten. Die Genera Stereocaulon und Pertusaria sind durch Artenreichthum und durch zahlreiche neue Species von besonderem Interesse und gewissermaassen für Japan charakteristisch. Im Ganzen werden über 100 oder genauer gesagt 35 % neue Arten für Japan aufgestellt, ausserdem vielfach früher beschriebene Arten durch besondere Bemerkungen näher charakterisirt — dies Alles in wohlthuender Knappheit und Schärfe, wie wir es seit jeher von dem wohlbekannten Autor gewöhnt sind. Vor dem Erscheinen des Nylander'schen Werkes waren für Japan, ein Land halb so gross wie Deutschland, nur ca. 110 Lichenen notirt und zwar aus den Sammlungen von Thunberg, Wright, Wawra, Brauns, Ahlfeld, Hanon, Maingay und von Tuckerman, Nylander, v. Krempelhuber und Müller bestimmt. Die Hälfte dieser Lichenen trifft man auch in der Almquist'schen Sammlung, so dass sich nun die Gesammtzahl der aus Japan bekannt gewordenen Flechten auf etwa 440 berechnet und somit Dank der Sammelthätigkeit Almquists und der wissenschaftlichen Bearbeitung ihrer Ergebnisse durch Nylander auf das Vierfache gestiegen ist. Laut einer brieflichen Bemerkung des Autors ist auf S. 83 Opegrapha subsimilata Nyl. Nov.-Granat. S. 92 nachzutragen und auf S. 85 Nr. 7 statt Arthonia stenographella zu setzen: Arthonia varia (ach.).

Konstanz, Anfang November 1890. Stizenberger.

Dr. **Rudolf Hesse,** Die Hypogaeen Deutschlands. Halle 1890. Verlag von L. Hofstetter.

Die vorliegende Monographie der hypogaeischen Pilze Deutschlands, von der die erste Lieferung erschienen ist, soll eine Zusammenfassung alles dessen bringen, was bis jetzt von dem Vorkommen, der Entwicklungsgeschichte, der Verwendung etc. der in Deutschland eimheimischen, unterirdischen Pilzformen bekannt ist. Der Verf. hat bereits früher in zahlreichen Abhandlungen einzelne Beobachtungen veröffentlicht und verfügt über ein so reiches Material, wie es wohl zur Zeit keinem andern Forscher auf diesem Gebiet zu Gebote steht.

Die Einleitung, die im ersten Heft noch nicht abgeschlossen ist, bringt ausführliche Angaben über Wohn- und Entwicklungsstätte der Hypogaeen, aus denen ich bei der Fülle der angeführten Beobachtungen nur das Allgemeinste hervorheben kann. Um den Ort, an dem sich Hypogaeen finden lassen, schärfer praecisiren zu können, beschreibt Verf. zuerst ausführlich die Zusammensetzung unseres Waldbodens, indem er die drei Schichten, den eigentlichen Mutterboden, die Humusdecke und die Schicht der pflanzlichen und thierischen Dejecte unterscheidet. Weitaus die meisten Formen sind in der Humusschicht anzutreffen, sei es in ihrer untern Lage oder nahe der Dejectschicht; gewisse Arten entwickeln sich in der obersten Lage des Mutterbodens oder fast epigaeisch in den Dejecten. Damit sind nun freilich die Fundstellen noch nicht erschöpft, im magern Sandboden junger Kiefernschonungen' im Ackerland, in Composthaufen, in den Kübeln der Gewächshäuser, kurz überall da, wo organische Reste in grösserer Menge dem Boden beigemischt sind, darf man diese merkwürdigen Pilze erwarten.

Wenn trotz ihres häufigen Vorkommens bis jetzt so wenig von diesen Pflanzen bekannt ist, so liegt dies nicht daran, dass das Auffinden ein besonders schwieriges ist, sondern an dem geringen Interesse, das man diesen Formen, mit Ausnahme der essbaren, bis jetzt geschenkt hat. Ueberall, wo ein rationelles Suchen stattfindet (und ich kann dies aus meinen Erfahrungen bestätigen), wird auch die eine oder andere Species zu finden sein. Verf. führt mehrere Beispiele für die Häufigkeit und das gesellige Vorkommen vieler Arten an; so sammelte er bei Marburg auf einer kaum 0,9 ar grossen Waldfläche nicht weniger als 16 Arten in zahlreichen Exemplaren.

Es werden dann weiter Beobachtungen angeführt über das Vorkommen unter bestimmten Baumarten, in verschiedenen Böden, in verschiedenen Belichtungsverhältnissen u. s. w. Den Schluss der vorliegenden Lieferung bildet eine Tabelle, worin für Tuber excavatum und aestivum aus der Provinz Hessen-Nassau, Hannover und den Fürstenthümern Schwarzburg Notizen über den Fundort, die Bodenart, die äusseren Verhältnisse des Standortes zusammengestellt werden. Ein Blick auf dies Material lehrt, dass das Vorkommen der beiden Trüffelarten für das angeführte Gebiet an das Auftreten von Muschelkalk oder überhaupt eines hohen Kalkgehalts im Boden gebunden ist. Indessen lässt sich daraus nicht der Schluss ziehen, dass die Trüffeln nicht auch auf kalkarmem Boden fortkommen können. Sie wachsen ebenso gut im Schlick- wie im Moorboden, wie das Vorkommen in der Provinz Sachsen, in Baden und Anhalt beweist.

Soweit sich bis jetzt aus dem vorliegenden kurzen Abschnitt ersehen lässt, verspricht das Werk, unsere Kenntniss der Hypogaeen beträchtlich zu vermehren. Die beiden beiliegenden Tafeln geben von einigen Arten treffliche Habitusbilder, zu denen ja wohl die nächsten Tafeln die Ergänzungen nach der mikroskopischen Seite hin bringen werden. L.

Dr. Oscar Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. Verlag von J. Engelhorn.

Zu den wichtigeren neuen Erscheinungen auf dem Gebiete der botanischen Litteratur gehört das oben näher bezeichnete Handbuch. Dasselbe umfasst das Gesammtgebiet der Pflanzengeographie in einem Umfange, wie es bisher einheitlich nicht dargestellt worden ist. Der Verfasser hat es verstanden, ohne durch ein Zuviel von Einzelheiten den Leser zu ermüden, alle wesentlichen Gebiete der genannten Wissenschaft anschaulich und eingehend zu schildern. In dem allgemeinen Theil des Werkes wird zunächst der Begriff und die Aufgabe der Pflanzengeographie definirt. Nachdem sodann die Beziehungen der geographisch verschieden vertheilten äussern Einflüsse zu den Lebenseinrichtungen der Gewächse im einzelnen geschildert worden sind, wird die Abgrenzung der Areale durch die geologische Entwickelung der gegenwärtigen Oberflächengestalt der Erde in Verbindung mit dem gegenwärtigen Klima eingehend besprochen. Ein weiterer Abschnitt enthält eine Pflanzenstatistik und die geographische Darstellung einiger wichtiger Pflanzengruppen: der Palmen, Coniferen, Cupuliferen, Ericaceen, Myrtaceen, Proteaceen und Liliaceen. Sodann werden in anschaulicher Schilderung die einzelnen Vegetationsformationen vorgeführt. Im letzten Abschnitt werden die Vegetationsregionen der Erde in geographischer Anordnung behandelt.

Die umfangreiche Litteratur ist überall eingehend berücksichtigt. Dem Charakter eines Handbuches entsprechend findet man in dem Werke alle Ansichten und Meinungen über pflanzengeographische Probleme erörtert; indem aber der Verfasser stets seine eigene Auffassung besonders betont und begründet, bewahrt er seine Darstellung vor dem Vorwurf, eine blosse Compilation der in der Litteratur vorhandenen Materialien zu sein, und giebt ihr den Werth selbständiger wissenschaftlicher Forschung. Ghgn.

A. Osw. Kihlman, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland. Helsingfors 1890. S.-A. aus Acta societatis pro fauna et flora Fennica. T. VI. Nr. 3.

Der Verfasser liefert in seiner Arbeit einen äusserst interessanten Beitrag zur Kenntniss der Vegetationsverhältnisse an der polaren Waldgrenze. Seine Angaben und Schilderungen sind um so beachtenswerther, als dieselben fast ausschliesslich auf eigener sorgfältiger Beobachtung beruhen. Selbst bei der Darstellung der klimatischen Verhältnisse begnügt Verfasser sich nicht mit einer Wiedergabe der aus den Beobachtungsreihen der Leuchtthürme und meteorologischen Stationen des Gebietes gewonnenen Resultate, sondern er corrigirt diese bisweilen freilich lückenhaften und ungenauen Angaben unter sorgfältiger Berücksichtigung aller einschläglichen Verhältnisse auf Grund eingehender eigener Untersuchungen. So gewinnt er eine für pflanzenbiologische Beobachtungen hinreichend genaue Anschauung von den meteorologischen Erscheinungen des Beobachtungsgebietes. Die Sorgfalt, welche der Verfasser auch auf die Ermittelung und Darstellung derjenigen Verhältnisse verwendet, welche mit der Botanik nur indirect in Beziehung stehen, bewirkt, dass das Buch nicht nur für den Botaniker, sondern auch für den Meteorologen und Geologen und vor allen Dingen für den Geographen als Quelle der Belehrung über die Halbinsel Kola dienen kann. Hinsichtlich aller Einzelheiten muss auf das interessant geschriebene Original verwiesen werden. Für den Botaniker, auch wenn er sich nicht überall der Auffassung des Verfassers anschliesst, enthalten besonders die Kapitel über Torfbildung, über die Vegetation der Sümpfe und der Flechtenheiden, sowie über die Verbreitung und Zusammensetzung der Wälder, manche neuen und anregenden Gedanken. Die Lichtdrucktafeln, welche meist nach photographischen Aufnahmen des Verfassers hergestellt sind, sollen die Darstellungen des Textes unterstützen. Dem Referenten ist indess in den meisten Fällen die schriftliche Schilderung viel anschaulicher erschienen als die Abbildung. Eine photographische Aufnahme, wie sie z. B. in Tafel 4 wiedergegeben ist, lässt sich bei uns im Winter ebenso gut machen, als am Schuur urt unter dem 67. Breitengrade. Der Text ist auch ohne die Tafeln überall klar und verständlich. Ghgn.

Ernst Sagorski und **Gustav Schneider,** Flora der Centralkarpathen mit specieller Berücksichtigung der in der Hohen Tatra vorkommenden Phanerogamen und Gefäss-Cryptogamen.

Seit dem Erscheinen von Wahlenbergs Flora carpatorum principalium vor 76 Jahren hat die Flora des interessanten Gebietes keine zusammenfassende Bearbeitung erfahren, obwohl seither die Erforschung des Gebietes in floristischer Beziehung durch Sammler und Beobachter vielfach gefördert worden ist, so dass Wahlenbergs Flora längst als veraltet angesehen werden musste. Die Verfasser haben sich der mühevollen Arbeit unterzogen, das in Zeitschriften und Einzeldrucken wie in öffentlichen und privaten Herbarien aufgespeicherte Material zu sammeln und zu sichten. Häufige Reisen durch das Florengebiet ermöglichten ihnen, die älteren Angaben zu prüfen und zu berichtigen und durch eigene Beobachtungen zu vervollständigen. So ist denn ein Werk zustande gekommen, dass wohl Anspruch hat als mustergültige Specialflora bezeichnet zu werden. Im ersten Theil des Werkes geben die Verfasser über die klimatischen, geologischen, pflanzengeographischen und -statistischen etc. Verhältnisse des behandelten Florengebietes Auskunft, der zweite umfangreichere Theil ist der systematischen Pflanzenbeschreibung gewidmet. Besondere Beachtung verdienen im letztern Theil die Gattungen Rosa und Hieracium, welche von den Verfassern einer eingehenden Revision unterzogen worden sind. Zu bedauern ist, dass zwischen den beiden Abtheilungen des Werkes eine Incongruenz besteht hinsichtlich der Umgrenzung des bearbeiteten Florengebietes, während der systematische Theil das im Titel des Buches genannte Gebiet in seinem ganzen Umfange berücksichtigt, beziehen sich die Schilderungen der Vegetations-Regionen, der statistischen und geographischen Verhältnisse etc. nur auf die Hohe Tatra. Gerade die aus den floristischen Befunden abgeleiteten biologischen und pflanzengeographischen Thatsachen sind im Stande, das Interesse weiterer Kreise an der Flora eines Specialgebietes zu fesseln, und ihre Bearbeitung verdient deshalb die grösste Sorgfalt.

Ghgn.

Dr. Günther Ritter Beck von Mannagetta, Flora von Nieder-Oesterreich. Erste Hälfte. Wien 1890. Verlag von Carl Gerold's Sohn.

Der Verfasser liefert, gestützt auf seine durch mehrjährige Erforschung des Landes gewonnenen Erfahrungen, eine Neubearbeitung der reichen Flora von Nieder-Oesterreich', welche hauptsächlich als Handbuch zum Bestimmen der in dem Gebiete vorkommenden Samenpflanzen dienen soll. Von dem Werke liegt zur Zeit die erste Hälfte vor, enthaltend die Gymnospermen, die Monocotylen und von den Dicotylen die Julifloren, Salicifloren, Urticifloren, Polygonifloren, Centrospermen und Polycarpien. Das Buch ist seinem Zweck entsprechend mit Bestimmungstabellen versehen, welche, soweit einige Versuche urtheilen lassen, leicht und sicher zum Ziele führen. Für den Anfänger werden die zahlreichen in den Text gedruckten Figuren eine wesentliche Hülfe sein. Die Diagnosen der Gattungen und Arten sind übersichtlich und ausführlich. Dem Sammler und dem Pflanzengeographen werden die genauen Standortangaben erwünscht sein. Bei jeder Familie, Gattung und Art findet sich ein Verzeichniss der wichtigsten Litteratur, ein Vorzug, den Localfloren nur selten besitzen. Ghgn.

Dr. **Richard Neuhauss**, Lehrbuch der Mikrophotographie. Braunschweig 1890. Verlag von Harald Bruhn.

Ist es auch für Jeden, der sich mit Photographiren beschäftigen will, rathsam, sich zunächst von Jemand, der bereits Erfahrung darin besitzt, wenigstens bis zu einem gewissen Grade in die Technik einführen zu lassen, so ist ein Lehrbuch trotzdem nicht überflüssig. In vorliegendem Buche findet man seinem Zweck entsprechend Vieles, was von einem Photographen von Fach kaum zu erfahren ist, und wohl fast Alle, welche sich mit Mikrophotographie beschäftigen, haben gern ein Werk zur Hand, aus welchem sie ihre Kenntnisse vervollkommnen, oder bereits erprobte Verfahren wieder nachsehen können. Ueberall erkennt man den Praktiker, der zunächst den einfachsten und billigsten Weg empfiehlt, auf dem man gute Resultate erzielen kann. Alle Methoden hat er selbst erprobt, ehe er sie anerkennt oder verwirft. Und dabei sieht man aus jedem Wort, dass der Verf. auch in wissenschaftlicher Beziehung sein Gebiet vollständig beherrscht. Die Optik und die allgemeine Photographie waren zum Theil mit in die Bearbeitung einzubeziehen, und es muss anerkannt werden, dass die nahe liegende Gefahr einer Abschweifung in diese Gebiete glücklich vermieden ist. Auch die kurze Besprechung der Vervielfältigung photographischer Bilder wird gerade denen sehr willkommen sein, für welche das Werk vorwiegend berechnet ist. Unsere besondere Zustimmung verdient es, dass das bei Fachphotographen so beliebte Retouchiren streng verurtheilt wird. Immerhin wird Verf. nichts dagegen haben, wenn aus einem guten Negativ ein unliebsamer Fleck beseitigt wird, besonders wo er nicht in das eigentliche Bild fällt. Vor allem aber möchte ich für die positiven Abzüge eine Ausnahme von dem strengen Gesetz zulassen: es empfiehlt sich nämlich in vielen Fällen bei Demonstrationen von Abbildungen zur Erläuterung eines Vortrages neben einem guten, unveränderten Abzuge einen matteren Abzug vorzulegen, bei dem die wesentlichen Stellen mit Bleistift nachgezeichnet sind. Das wird auch Derjenige leidlich zu Stande bringen, der nie in seinem Leben eine selbstständige Zeichnung geliefert hat. Das Verständniss wird aber durch die schärfer hervorgehobenen Stellen wesentlich erleichtert. Der beiliegende unveränderte Abzug gestattet stets ein Urtheil darüber, ob der Zeichner etwas Fremdes in das Bild hineingetragen hat. Zu dem angegebenen Zwecke eignet sich Stolze's Bromsilberpapier vorzüglich, mit welchem man matte Bilder zum Einzeichnen, und glänzende herstellen kann. Auch gelingt es gerade mit diesem Papier leicht, recht scharfe, harte Linien zu bekommen, wo diese gewünscht werden. Manchem, der sich eine photographische Einrichtung anschaffen oder vervollständigen will, würde es erwünscht sein, wenn in einer zweiten Auflage den an vielen Stellen vorwiegend empfohlenen Apparaten eine ungefähre Preisangabe beigefügt würde. Ein Autoren- und Sachregister erleichtert das Nachschlagen. Ref. ist überzeugt, dass das vorliegende Lehrbuch Vielen ein guter Führer werden wird und wohl geeignet ist, der Mikrophotographie weitere Freunde zu erwerben. Ad. Barth.

Wilhelm Behrens, Leitfaden der botanischen Mikroskopie. Braunschweig 1890. Verlag von Harald Bruhn.

Die Ausbildung der Praktikanten im botanischen Laboratorium kann sich in der verhältnismässig kurzen Zeit, welche zur Verfügung steht, nur auf die häufiger verwendeten Präparations- und Beobachtungsmethoden erstrecken. Man findet daher häufig, dass junge Mikroskopiker, selbst solche die schon längere Zeit selbständig arbeiten, über die Hülfsmittel der mikroskopischen Forschung nicht genügend orientirt sind. Der Verfasser, welcher ja durch andere Arbeiten auf demselben Gebiete genügend bekannt ist, bietet in seinem Leitfaden ein Buch, welches geeignet erscheint, dem Anfänger als Einführung in das Gebiet der mikroskopischen Technik und auch dem Geübteren gelegentlich als Nachschlagebuch zur schnellen Orientirung zu dienen. Der Verfasser hat überall die Praxis in den Vordergrund gestellt und theoretische Ausführungen nur dort gebracht, wo sie zum Verständnis der Apparate und ihrer Verwendung durchaus nöthig sind. Eine grosse Zahl meist schon bekannter Holzschnitte erläutern den Text. Ghgn.

A. Artari, Zur Entwicklungsgeschichte des Wassernetzes (Hydrodictyon utriculatum Roth). Moskau 1890. S. 24. Taf. 1. (Extrait du Bulletin de la société Imper. des Naturalistes de Moscou 1890. No. 2).

Der Verfasser hat die ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung von *Hydrodictyon utriculatum* Roth und den Bau der Zelle desselben untersucht. Es ist ihm gelungen gute Resultate zu bekommen, nachdem er das Untersuchungsmaterial in concentrirter Pikrinsäure gehärtet und sorgfältig mit destilliertem Wasser ausgewaschen und nachher mit Grenacherschem Hämatoxilin tingiert hatte; um neben den durch die Hämatoxilinfärbung scharf hervortretenden Zellkernen gleichzeitig auch die Pyrenoide sichtbar zu machen, hat er die Präparate noch mit alcoholischer Eosinlösung behandelt. Die so doppelt gefärbten Präparate legte er in Nelkenöl und endlich in Canadabalsam. Im Jugendzustande der Zelle hat das Chromotophor eine unregelmässig gelappte Gestalt, welche sich nachher durch die Biegung und die Vereinigung und Verwachsung einzelner lappiger Auswüchse zu einem zarten Maschenwerk umbildet. Die vielen Zellkerne (die »hellen Flecken« Al. Braun's) liegen stets sehr regelmässig. Vor der Macrogonidienbildung lösen sich die Pyrenoide auf und das Chromotophor zerfällt sammt dem wandbelegenden Plasma in einzelne Elemente — Gonidien. Jede Gonidie besitzt einen Zellkern. Die anfangs polygonalen Gonidien lösen sich von einander, runden sich ab, bekommen Geisseln und gerathen in Bewegung. In dieser Zeit kann man in ihnen je ein Pyrenoid konstatieren. Die zur Ruhe gekommenen Gonidien umgeben sich mit einer Zellhaut und gruppiren sich zu einem Netze. Jede Zelle der jungen Colonie hat einen Zellkern und ein Pyrenoid. Die letzteren vermehren sich nachher durch Theilung. Die Entwicklung der Microzoogonidien geht ebenso wie die der Macrogonidien vor sich. Jede Microgonidie hat einen Kern, ein Pyrenoid, ein Stygma und zwei Geisseln. Der Verfasser hat die Copulation der Microgonidien beobachtet und betrachtet dieselbe als die einfachste Form des Sexualactes. S. Rostowzew.

Dr. **Adolph Hansen,** Pflanzen-Physiologie. Stuttgart 1890. Verlag von Otto Weisert.

Das vorliegende Buch wendet sich nicht in erster Linie an den Fachmann, dem ja die vorzüglichen Werke von Sachs und Pfeffer für seine Orientierung und als Nachschlagewerke zur Verfügung stehen. Der Verfasser hat sein Buch für einen grösseren Leserkreis berechnet, es soll den der Botanik fernerstehenden Naturwissenschaftlern und Laien zur Einführung in das interessante Gebiet der Pflanzen-Physiologie dienen, welches ja zu manchen Gebieten des praktischen Lebens, zu Landwirthschaft und Forstcultur, zu Obst- und Gartenbau und zur Blumenzucht in enger Beziehung steht. Entsprechend der Bestimmung des Buches hat der Verfasser die Grundzüge der behandelten Disciplin allgemeinverständlich dargelegt. Ohne ein irgendwie erhebliches Mass von botanischem Wissen beim Leser vorauszusetzen, schildert Verf. in anziehender Weise die wichtigsten physiologischen Vorgänge und Erscheinungen im pflanzlichen Organismus. Er nimmt dabei seinen Ausgang von einfachen Versuchen, welche anschaulich beschrieben und durch Abbildungen erläutert werden. Probleme, welche noch der definitiven Lösung durch die Forschung harren, werden nur flüchtig berührt oder unerwähnt gelassen; es liegt offenbar dem Verfasser daran, seinen Lesern, um sie nicht zu verwirren, nur feststehende Thatsachen darzubieten. Bisweilen scheint freilich dieses Bestreben den Verfasser zu weit geführt zu haben, wenn es ihn veranlasste, Anschauungen, welche durch neuere Untersuchungen umgestaltet oder in Frage gestellt sind, als thatsächlich begründet vorzutragen. So werden z. B. die Vorgänge, welche auf den Blättern gewisser Insektivoren zur Auflösung stickstoffhaltiger Substanzen führen, in der Weise geschildert, wie sie in den Arbeiten von Darwin, Rees und Will und Gorup-Besanez aufgefasst worden sind, während doch die Versuche Tischutkins es höchst wahrscheinlich machen, dass die alte Annahme von der Wirkung eines unorganisirten Fermentes in dem Sekret der Drüsen auf einem Irrthum beruhte, und dass die Auflösung der Eiweissstoffe durch die Einwirkung gewisser Mikroorganismen erfolgt. Ebenso trägt Verf. Wortmanns Theorie von der Reizkrümmung wachsender Organe vor, ohne den von Noll und von Elfving gemachten Einwänden Rechnung zu tragen. — Von wenigen Fällen der Art abgesehen, hat der Verfasser überall in der Auswahl des Stoffes und in der Form der Darstellung das Rechte getroffen, so dass sein Buch wohl geeignet erscheint, die Resultate der pflanzenphysiologischen Forschung in weiteren Kreisen bekannt zu machen. Ghgn.

Prof. Dr. R. Sadebeck, Kritische Untersuchungen über die durch Taphrina-Arten hervorgebrachten Baumkrankheiten. S.-A. aus dem Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten. VIII. Hamburg 1890.

Zu der Pilzgattung Taphrina fasst der Verfasser alle diejenigen Ascomyceten zusammen, deren Asci nicht zu einem Fruchtkörper vereinigt sind, sondern frei und in grosser Anzahl und oft dicht aneinandergedrängt die Blätter oder Blüthen des befallenen Pflanzentheiles bedecken und von einem das Gewebe des befallenen Pflanzentheiles intercellular oder subcuticular durchziehenden, niemals aber die Zellen selbst durchbohrenden Mycelium ihren Ursprung nehmen. Es ist also die Gattung Exoascus, welche unter einem aus Prioritätsrücksichten veränderten Namen eine kritische Bearbeitung erfahren hat. Der Verfasser begnügt sich nicht mit rein morphologischer Untersuchung der fertigen Formen, er legt bei der Unterscheidung und Umgrenzung der Arten vielmehr ein Hauptgewicht auf die Entwickelungsgeschichte und auf die Resultate von mehrjährigen Infections- und Culturversuchen. Er kommt zu dem Schluss, dass die Artenzahl in der Gattung Taphrina eine viel grössere ist, als bisher angenommen wurde. Die Gattung besitzt ein sehr weites Verbreitungsgebiet, scheint aber die tropischen Gebiete gänzlich zu meiden.

Unter den 16 Species, welche einer eingehenderen kritischen Untersuchung unterzogen worden sind, befinden sich 5 neue Arten, nämlich: Taphrina Johansonii, welche auf den Carpellen von Populus tremula die bekannten Gewebewucherungen veranlasst; T. Celtis, welche auf den Blättern von Celtis australis rundliche Flecken, oder etwas aufgetriebene Blasen von $^1/_2$—1 cm Durchmesser bewirkt; T. Crataegi auf Crataegus Oxyacantha; T. minor, welche auf der Unterseite der Blätter von Prunus Chamaecerasus einen weissen Reif hervorruft, und T. Farlowii, welche auf den Carpellen von Prunus serotina hypertrophische Deformationen erzeugt.

Eine kurze Uebersicht der bis jetzt bekannten, durch Taphrina-Arten hervorgebrachten Pflanzenkrankheiten und eine Zusammenstellung aller bekannten Taphrina-Arten beschliessen die Arbeit, welche durch eine Anzahl wohlgelungener Tafeln illustrirt wird.

Ghgn.

Prof. Dr. Fr. Buchenau, Zwei Abschnitte aus der Praxis des botanischen Unterrichts. Sonderabdruck aus dem Oster-Programm 1890 der Realschule beim Daventhor herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen.

Unter diesem Titel hat der Verfasser den Abtheilungen für Botanik und für naturwissenschaftlichen Unterricht der 63. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zwei kleine Abhandlungen vorgelegt, welche in mancher Beziehung Beachtung verdienen. Die erstere Arbeit handelt über den falschen Gebrauch der Hauptwörter in der Benennung der Blüthenstände und Früchte. Die botanische Kunstsprache besitzt zur Bezeichnung der verschiedenen Ausbildungsformen der genannten Pflanzentheile, der Blüthenstände und Früchte, eine grosse Anzahl von Substantiven, welche ein jedes für sich einen genau definirten Begriff bezeichnen. Da nun aber in dem gestaltenreichen Gebiet der Pflanzenmorphologie wie überhaupt im Reiche der organischen Welt überall Uebergangsformen auftreten, so reichen die vorhandenen Benennungen nicht aus; sie würden auch nicht zureichend sein, wenn ihre Zahl verzehnfacht wäre. Das Hauptwort verlangt eine feste starre Definition, es ist nicht geeignet, sich dem einzelnen abweichenden Falle anzuschliessen. Der Verfasser macht nun den Vorschlag, man solle überall statt der Substantiva zur Charakterisirung der Blüthenstände und Früchte das Adjectivum verwenden, welches geeignet ist, auch Abweichungen von der im Substantiv festgelegten Definition auszudrücken. Eine Inflorescenz, welche äusserlich einer Dolde gleicht, ohne dass sie hinsichtlich der Ausbildung ihrer Achse wirklich zu den Dolden gehört, wäre also als doldenähnlich zu bezeichnen. Der Verfasser entwickelt dann ein System von Eigenschaftswörtern, welche für die Definition verwendbar sind und stellt die Forderung: »Dieser Gebrauch der Eigenschaftswörter statt der bisher meistens gebrauchten Hauptwörter muss ebensowohl in wissenschaftlichen Werken wie im Schulunterricht herrschend werden.« Er meint, es würde nur wenig bessern, wenn man in zweifellosen Fällen die Hauptwörter verwenden, in schwierigen aber zur Beschreibung seine Zuflucht nehmen wollte. Dagegen dürfte das Folgende einzuwenden sein. Wenn die verwendeten Eigenschaftswörter für den Leser der wissenschaftlichen Werke oder für den Schüler einen Sinn haben sollen, so müssen doch sicher die Hauptwörter, von denen sie abgeleitet sind, bestimmt definirten Begriffen entsprechen. Man wäre also beim Unterricht genöthigt, den Schülern erst eine Anzahl abstracter Schemata zu definiren, um sagen zu können, diese verschiedenen Blüthenstände sind doldenähnlich, weil sie sich dem als Dolde bezeichneten abstracten Schema nähern. Kürzer, anschaulicher und interessanter, dürfte woht der Weg sein, dass man den Schülern an einem charakteristischen Beispiel die Dolde demonstrirt und definirt, und sie anhält, in allen ähnlichen Fällen, die aber der gegebenen Definition nicht ganz entsprechen, von einem doldenähnlichen Blüthenstand zu sprechen. Ebenso dürfte in wissenschaftlichen Werken aus einer substantivischen Bezeichnung typischer Fälle eine Unklarheit nicht entstehen.

In der zweiten Abhandlung beschäftigt sich der Verfasser mit der Frage: Welchen Werth hat das Linné'sche System für den Unterricht? Er tritt mit Recht der Ansicht entgegen, welche vor Kurzem in einem Artikel der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht ausgesprochen war, dass das Linné'sche System beim Schulunterricht nicht zu entbehren sei. Es ist entschieden ein Irrthum, dass Bestimmungstabellen, denen das Linné'sche System zu Grunde liegt, leichter zum Ziele führen sollen als solche, die nach dem natürlichen System eingerichtet sind. Im ersteren Falle ist das Bestimmen nur ein Aufsuchen des Namens nach gewissen Bestimmungsergebnissen. Der Bestimmungsschlüssel des natürlichen Systems dagegen führt den Schüler von der umfassenderen Abtheilung zu der nächstniederen u. s. f. bis zur Familie, Gattung und Art; und indem der Schüler diesen Weg beim jedesmaligen Bestimmen immer wieder verfolgt, lernt er sehr bald die Zugehörigkeit einer Pflanze zu der Gruppe, Klasse und Ordnung, selbst zur Familie beurtheilen, ohne das Buch zu Hülfe zu nehmen. Das Bestimmen wird für ihn von Fall zu Fall leichter. Man kann nur wünschen, dass die Vorschriften aufgehoben werden, nach welchen in den höheren Schulen neben dem natürlichen das Linné'sche System gelehrt werden soll.

Ghgn.

Eingegangene Litteratur.

Bechhold, Handlexikon der Naturwissenschaften und Medizin. Frankfurt a. M., Verlag von H. Bechhold.

Beck von Mannagetta, Flora von Nieder-Oesterreich. Erste Hälfte. Wien 1890. Verlag von Carl Gerold's Sohn.

Behrens, Leitfaden der botanischen Mikroskopie. Braunschweig 1890. Verlag von Harald Bruhn.

Bornet, Note sur deux algues de la méditerranée Fauchea et Zosterocarpus. S.-A. aus Bull. de la Soc. bot. de France, t. XXXVII, 1890.

Chmielevsky, Eine Notiz über das Verhalten der Chlorophyllbänder in den Zygoten der Spirogyra-Arten. S.-A. aus der botanischen Zeitung, 1890, Nr. 48.

Conventz, Die phytopalaeontologische Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums in Stockolm. S.-A. aus Engler's Botan. Jahrbüchern, XI. Bd., 4. Heft, Beiblatt Nr. 25.

— — Einleitung zur Monographie der baltischen Bernsteinbäume. Danzig 1890.

Correns, Beiträge zur Biologie und Anatomie einiger Blüthen. S.-A. aus Pringsheim's Jahrbüchern f. wiss. Botanik, Bd. XXII., Heft 2.

Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. Verlag von J. Engelhorn.

Elfving, Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze. Helsingfors 1890.

Farlow and Seymour, A provisional host-index of the fungi of the united States. Part II.

Fischer, Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Schlafbewegungen der Blätter. S.-A. aus der Bot. Zeitung 1890, No. 42–44.

Fritsch, Zur Flora von Madagascar. S.-A. aus Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Bd. V. Wien 1890.

Gomont, Essai de classification des Nostocacées homocystées. S.-A. aus dem Journ. de Botanique, No. 16. 1890.

Greshoff, Eerste Verslag van het onderzoek naar de plantenstoffen van Nederlandsch-Indie. Mededeelingen uit s'Lands plantentuin. VII. Batavia 1890.

Hansen, Pflanzenphysiologie. Stuttgart 1890. Verlag von Otto Weisert.

Heinricher, Blüthen von Symphytum officinale L. mit einer äusseren Nebenkrone. S.-A. aus der Oesterr. botan. Zeitschrift 1890, No. 9.

Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes in botanischer und forstwirthschaftlicher Beziehung. Lief. IV. Verlag von Ed. Hölzel, Wien und Olmütz.

Hesse, Die Hypogaeen Deutschlands. Verlag von L. Hofstetter in Halle a. S.

Hieronymus, Ueber Dicranochaete reniformis Hieron., eine neue Protococcacea des Süsswassers. S.-A. aus den Beiträgen zur Biologie der Pflanzen herausgegeben von Dr. Ferd. Cohn. Breslau 1890.

Hovelacque, Sur la nature végétale de l'Aachenosaurus multidens. S.-A. aus dem Bull. de la Soc. Belge de Geologie 1890, Tom. IV.

— — Caractères anatomiques généraux des organes végétatifs des Rhinanthacées et des Orobanchées. S.-A. aus dem Bull. de la Soc. d'études scientif. de Paris 1889.

Jost, Die Zerklüftung einiger Rhizome und Wurzeln. S.-A. aus der Bot. Zeitung 1890, No. 28—32.

Kihlman, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Ein Beitrag zur Kenntniss der regionalen Gliederung an der polaren Waldgrenze. S.-A. aus Acta societatis pro fauna et flora fennica, T. VI, Nr. 3.

Kirchner, Beiträge zur Biologie der Blüthen. Stuttgart 1890.

Klebs, Einige Bemerkungen über die Arbeit von Went »Die Entstehung der Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen.« S.-A. aus der Botanischen Zeitung 1890, No. 35.

Klebahn, Studien über Zygoten. I. Die Keimung von Closterium und Cosmarium. S.-A. aus Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXII, 3.

Kny, Ein Beitrag zur Kenntniss der Markstrahlen dicotyler Holzgewächse. S.-A. aus den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft, 1890.

— — Ueber eine Abnormität in der Abgrenzung der Jahresringe. S.-A. aus Nr. 7 der Sitzungsber. der Gesellsch. naturforschenden Freunde. 1890.

Koch, L., Zur Entwickelungsgeschichte der Rhinanthaceen. (II. Euphrasia officinalis L.) S.-A. aus Pringsheim's Jahrbüchern f. wiss. Bot., Bd. XXII, Heft 1.

Koch, A., Zur Kenntniss der Fäden in den Wurzelknöllchen der Leguminosen. S.-A. aus der Botan. Zeitung 1890, Nr. 38.

Lindau, Monographia generis Coccolobae. S.-A. aus Engler's Botan. Jahrbüchern, 13. Band, 1. 2. Heft, 1890.

Marloth, Some adaptations of South African plants to the climate. S.-A.

Mattirolo u. Buccalioni, Il tegumento seminale delle Papilionacee nel meccanismo della respirazione. S.-A. aus Malpighia, Vol. IV.

Meddelelser fra den botaniske Forening i Kjöbenhavn. 1890.

Mez, Morphologische und anatomische Studien über die Gruppe der Cordicae. Breslauer Habilitationsschrift. Leipzig 1890.

Migula, Die Artenzahl der Bakterien bei der Beurtheilung des Trinkwassers. S.-A. aus Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, VIII. Bd., 1890, Nr. 12.

Mischke, Beobachtungen über das Dickenwachsthum der Coniferen. S.-A. aus dem Botan. Centralbl. 1890, No. 45.

Möbius, Algae brasilienses a cl. Glazion collectae. S.-A. aus Notarisia 1890 Nr. 20.

Neuhauss, Lehrbuch der Mikrophotographie. Verlag von Harald Bruhn, Braunschweig 1890.

Richards, Notes on Zonaria variegata Lam'x. S.-A. aus Procedings of the Americ. Acad. of Arts and Sciences. Vol. XXXV. 1890.

Rostowzew, Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Bibliotheca botanica Heft 20.

Sadebeck, Kritische Untersuchungen über die durch Taphrina-Arten hervorgebrachten Baumkrankheiten. S.-A. aus dem Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten VIII.

Sagorski und **Schneider**, Flora der Centralkarpathen. Verlag von Eduard Kummer, Leipzig 1891.

Schenk, A., Palaeophytologie. Lieferung 9. Dicotylae. München 1890. Verlag von R. Oldenbourg.

Schilling von Canstatt, Durch des Gartens kleine Wunderwelt. Lief. 1. Frankfurt a. O. Verlag von Trowitzsch & Sohn.

Schinz, Die deutsche Interessensphäre in Südwest-Afrika. S.-A. aus Fernschau, IV. Bd. Aarau, 1890.

Schwendener, Nochmals über die optisch anomale Reaction des Traganth- und Kirschgummis. S.-A. aus den Sitzungsber. d. Kgl. Preuss. Acad. d. Wissensch. Berlin 1890.

Steinbrink, Zur Theorie der hygroskopischen Flächenquellung und -schrumpfung vegetabilischer Membranen. Bonn 1891.

De Toni, Trammenti Algologici III—IV. S.-A. aus Notarisia 1890.

Vasey, Grasses of the Southwest. Part. I. U. S. Department of Agriculture, Division of Botany. Bulletin No. 12.

Vasey und **Rose**, List of plants collected by Dr. Edward Palmer in 1890 in lower California und Western Mexico. Contributions from the U. S. National-Herbarium. Washington 1890.

Verslag omtrent den staat von s'lands plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1889. Batavia 1890.

Warburg, Die Flora des asiatischen Monsungebietes. S.-A. aus Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte 1890.

Watson, I. Miscellaneous notes upon North American plants, chiefly of the United States, with descriptions of new species.

II. Description of new species of plants from Northern Mexico, collected chiefly by Mr. C. G. Pringle, in 1888 and 1889. S.-A. aus Contributions to American botany XVII.

v. **Wettstein**, Die wichtigsten pflanzlichen Feinde unserer Forste. Wien 1890, Ed. Hölzels Verlag.

— — Ist die Speisemorchel giftig? S.-A. aus der Wiener klin. Wochenschrift 1890. Nr. 15.

— — Ueber das Vorkommen von Trochobryum Carniolicum in Südserbien. S.-A. aus der Oesterr. botan. Zeitschrift. Jahrgang 1890. Nr. 4.

— — Die Botanik auf der internationalen forst- und landwirthschaftlichen Ausstellung in Wien. S.-A. aus der Oesterr. botan. Zeitschrift 1890. Nr. 9.

— — Bericht über die floristische Durchforschung von Oesterreich-Ungarn. S.-A. aus der Oesterr. botan. Zeitschr. 1890. Nr. 4, 5, 9 u. 10.

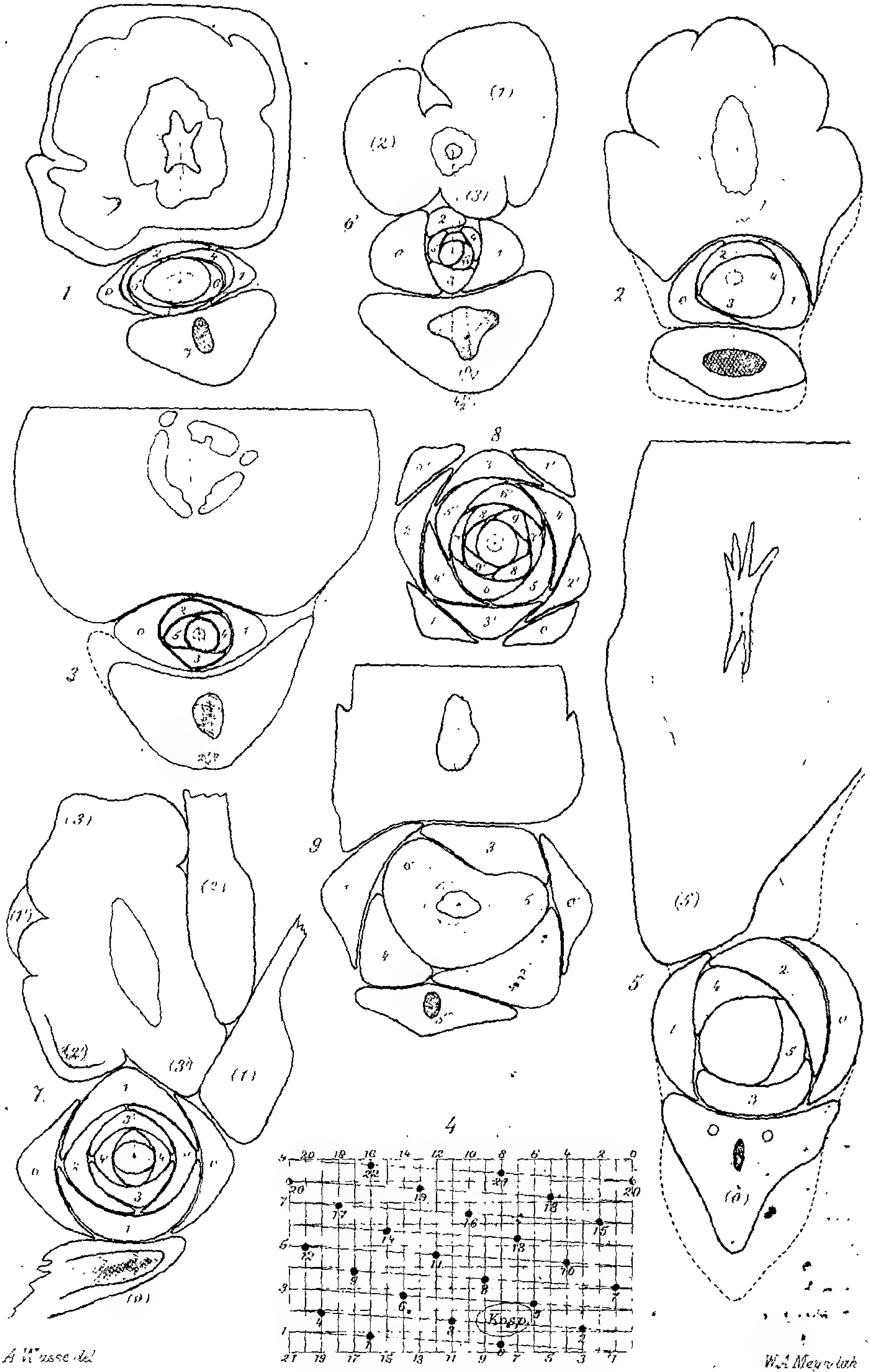
— — Das Vorkommen der Picea Omorica in Bosnien. S.-A. aus der Oesterr. botan. Zeitschr. 1890. Nr. 10.

— — Eine neue Sambucus-Art aus dem Himalaya. S.-A. aus der Oesterr. botan. Zeitschr. 1890. Nr. 6.

Wortmann, Ueber den Nachweis, das Vorkommen und die Bedeutung des diastatischen Enzyms in den Pflanzen. S.-A. aus der botan. Zeitung 1890. Nr. 37—41.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

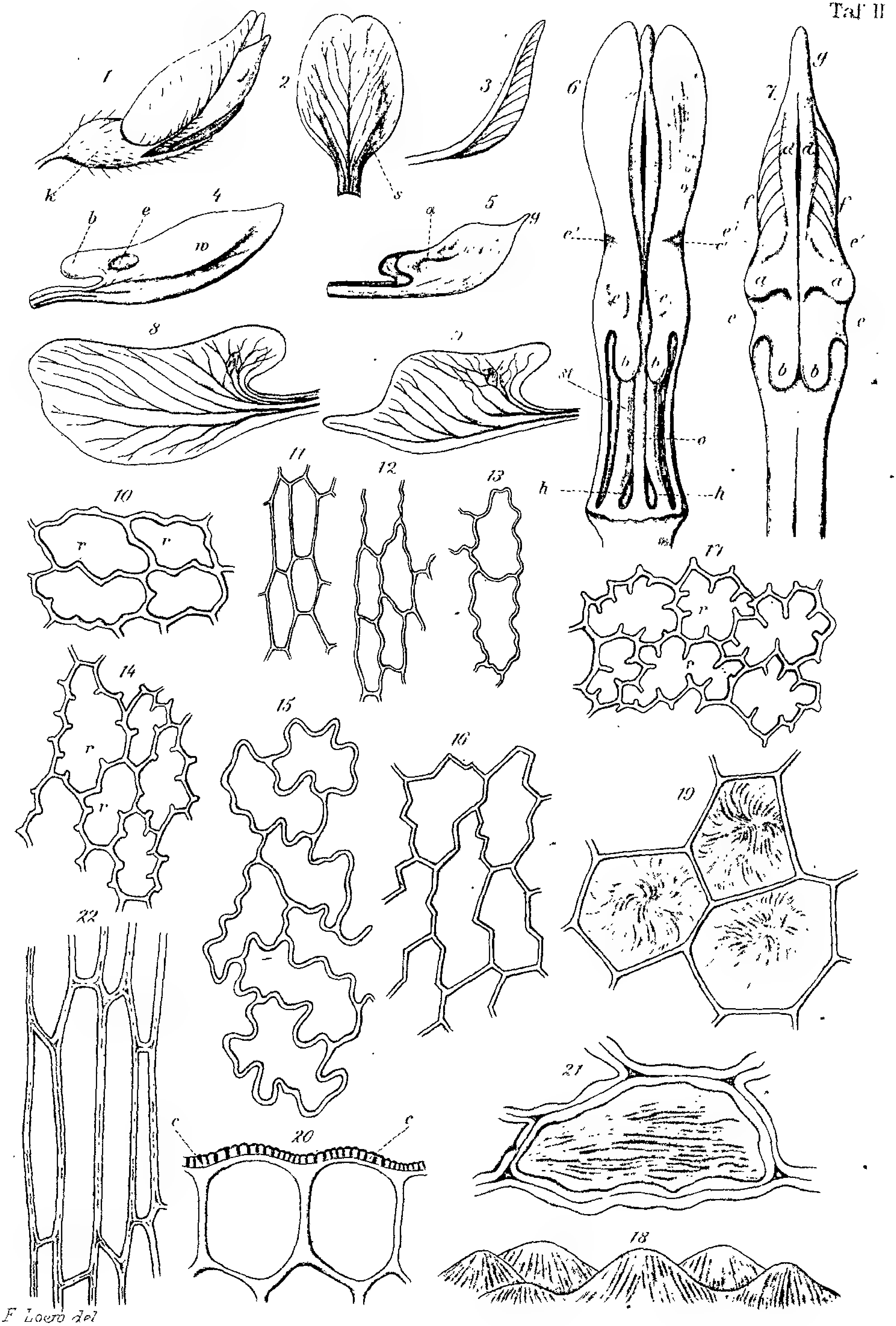
Flora 1891. Taf. I.


1
6'
2
3
8
9
5
7
4
(1)
(2)
(3)
(1')
(5)
(0)
Knsp.

A. Wusse del. W.A. Meyn lith.

Flora 1891

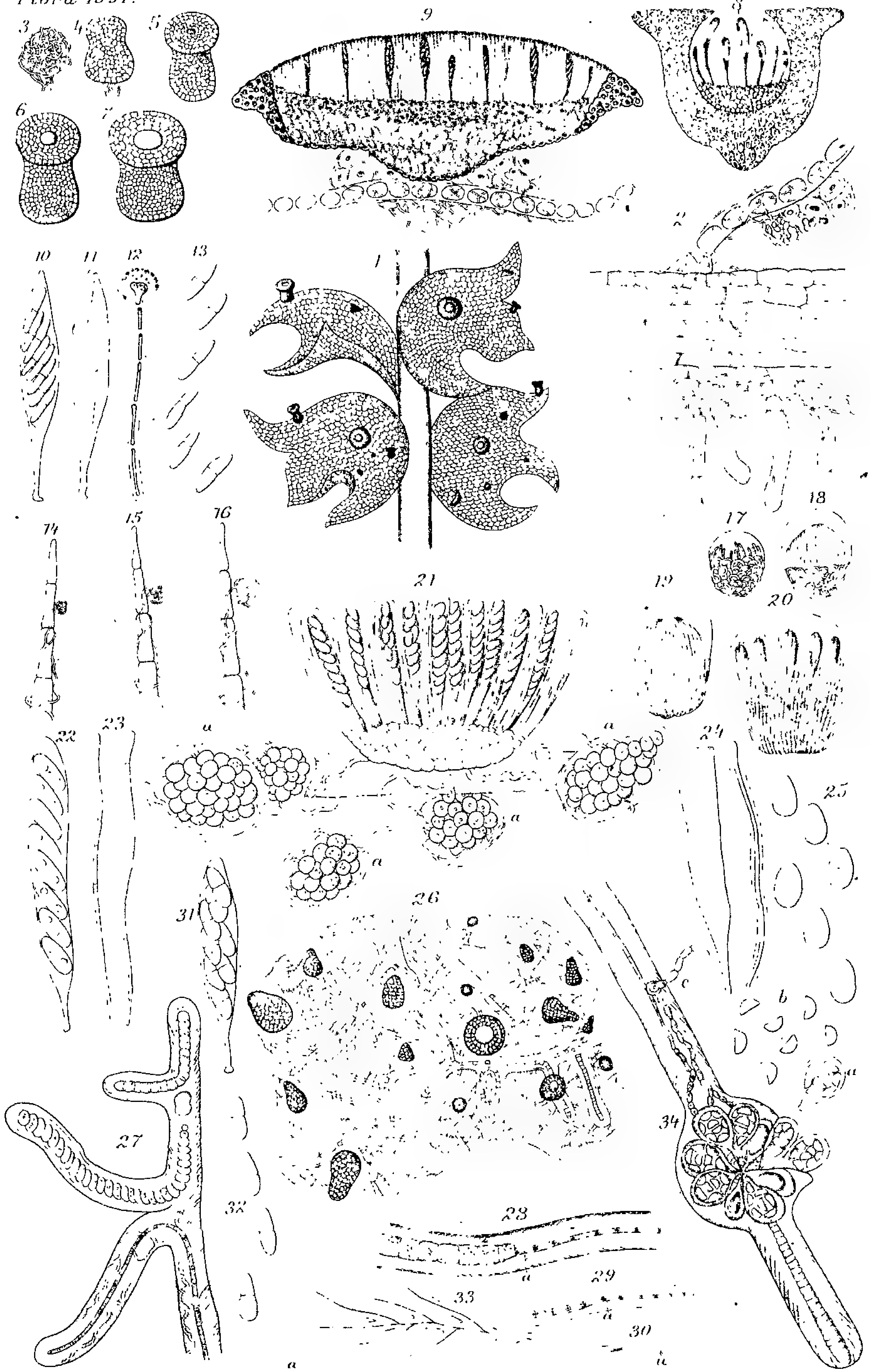
Taf. II


1
k
2
s
3
6
e'
e'
e
e
b
b
st
o
h
h
m
7
g
d
d
f
f
e'
e'
a
a
e
e
b
b
4
b
e
w
5
a
g
8
9
10
r
r
11
12
13
17
r
r
14
r
r
15
16
19
22
20
c
c
21
18

F. Loew del.

J. F. Meyer lith.

Taf. III.


3
4
5
6
7
9
8
2
L
10
11
12
13
1
14
15
16
17
18
21
19
20
22
23
a
a
a
a
24
25
31
26
c
b
a
27
34
32
28
a
29
a
33
30
a
a

H. Zukal del.

W.A. Meyn lith.

Ueber Wurzelanlagen unter Lenticellen bei Herminiera Elaphroxylon und Solanum Dulcamara.

Nebst einem Anhang über die Wurzelknöllchen der ersteren.

Von

H. Klebahn.

(Hierzu Tafel IV).

Die sonderbare Ambak- oder Ambatschpflanze, Herminiera Elaphroxylon G. P. R. [Aedemone mirabilis Kotschy], aus den Flüssen Senegambiens und des oberen Nilgebietes, ist schon wiederholt in der Literatur, auch in anatomischer Beziehung, besprochen worden[1]. Wenn ich es trotzdem, und obgleich die Pflanze von Th. Jaensch zum Gegenstande einer Einzelbearbeitung gemacht worden ist, unternehme, noch einmal anatomische Verhältnisse derselben zu behandeln, so geschieht es nicht nur, um die Angaben Jaensch's in Bezug auf einen wichtigen Punkt zu ergänzen und zu berichtigen, sondern besonders auch, weil die mitzutheilenden Thatsachen an und für sich von Interesse sind und ähnliche Erscheinungen nur wenig oder gar nicht bekannt sein dürften. Dass auch meine Ausführungen fragmentarisch geblieben sind, möge die geographische Verbreitung der Pflanze, wenigstens zum Theil, entschuldigen.

Beim Lesen des Aufsatzes von Jaensch, Zur Anatomie einiger Leguminosenhölzer (Deutsche botan. Gesellsch. 1884, p. 268) fielen mir die Worte p. 271 auf: »Jede Pflanze besitzt genau so viel Lenticellen, wie sie zusammengesetzte Markstrahlen hat; denkt man sich die letzteren in die Rinde hinein verlängert, so wird jeder nach aussen hin von einer Lenticelle abgeschlossen«. Leider hat Jaensch wegen Mangels an frischem Untersuchungsmaterial die aufgefundene Bildung nicht weiter verfolgen können. Durch seine Angaben wurde ich an die früher von mir beschriebenen Markstrahlrindenporen[2] erinnert, und da ich in der Herminiera einen weiteren, vielleicht besonders interessanten Fall zu finden hoffte, so suchte ich Material von der Pflanze zu bekommen, um eine Untersuchung vornehmen zu können. Ich erhielt eine Probe eines jungen Zweiges durch freundliche Vermittelung des Herrn Prof. Urban aus dem Berliner botanischen Garten. Die Ergebnisse waren ganz andere als ich erwartet hatte. Es stellte sich heraus, dass die Lenticellen der Herminiera mit Markstrahlrindenporen nichts zu thun haben, sondern Lenticellen von dem gewöhnlichen Baue sind, und zwar mit abwechselnden Lagen von Porenkork und Choriphelloid [1]). Zwar enthält das von Jaensch »zusammengesetzter Markstrahl« genannte Gebilde oben und unten von seinem Gefässbündel ein lockeres Parenchym, welches den Eintritt der in den Intercellularen der Rinde enthaltenen Luft auch in den Holzkörper leicht gestattet, doch ist keinerlei directe Beziehung dieses Gewebes und überhaupt des ganzen »Markstrahls« zu der denselben allerdings regelmässig begleitenden Lenticelle vorhanden. Dagegen wurde meine Aufmerksamkeit auf eine in der Rinde über dem »Markstrahl« und unter der Lenticelle liegende Wurzelanlage gelenkt, welche mich an eine ähnliche Erscheinung bei Solanum Dulcamara erinnerte. Da auch diese in der Literatur kaum erwähnt ist, und da sie wenigstens in gewissen Punkten ein Analogon zu dem sonderbaren Verhalten von Herminiera bildet, so sei dieselbe zunächst in Kürze geschildert.

---

[1] Guillemin, Perrottet et Richard, Florae Senegambiae Tentamen Paris 1830—33, p. 201. Tab. 51. — Kotschy, Oesterreichische botanische Monatsschrift 1858, No. 4, mit Tafel. — Schweinfurth, Beiträge zur Flora Aethiopensis, p. 9, — Hallier, Botan. Zeitung 1859, p. 152; 1864, p. 93, mit Tafeln. — De Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877, an verschiedenen Stellen. — Moeller, Botan. Zeitung 1879, p. 723. — Jaensch, Herminiera Elaphroxylon G. P. R. Dissertation. Breslau 1883. — Jaensch, Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1884. p. 233 und 268 ff. Taf. V.

[2] Ber. d. D. bot. Ges. 1883, p. 119 ff. Taf. IV. Fig. 11 u. 12. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. XVII, p. 582 ff. Taf. XII, Fig. 19 - 21.

Solanum dulcamara L.

Bekanntlich erklärte Decandolle [2]) die Lenticellen für Wurzelanlagen. Durch Mohl [3]) und spätere Forscher wurde zwar diese Ansicht widerlegt. Indessen könnte man bei oberflächlicher Beobachtung von Solanum Dulcamara wieder auf Decandolle's Meinung zurückkommen, da an den unteren Stengeltheilen alle Adventivwurzeln durch die Lenticellen austreten [4]) und an Stengelstücken, die man in Wasser steckt, bald Wurzeln aus den Lenticellen hervorbrechen. Eine genauere Untersuchung lehrt, dass unter jeder Lenticelle ein Wurzelvegetationspunkt liegt, und zwar regelmässig, selbst an Stengeln, die weit vom Boden entfernt gewachsen sind. Derselbe wölbt je nach seinem Entwickelungszustande das Gewebe unter der Lenticelle mehr oder weniger zu einem Höcker empor; es ist das der Grund, weshalb die Lenticellen dieser Pflanze so stark hervortreten. Die grosse Zahl der Wurzelanlagen an den Zweigen von Solanum Dulcamara erwähnt auch Beijerinck [5]), ohne indessen der Beziehung derselben zu den Lenticellen zu gedenken.

---

1) Daselbst, p. 546 ff.

2) Ann. sc. nat. T. VII, 1826, p. 5—26.

3) Vermischte Schriften: Sind die Lenticellen als Wurzelknospen zu betrachten?

4) Stahl, Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen. Botanische Zeitung 1873, p. 563.

5) Beobachtungen und Betrachtungen über Wurzelknospen und Nebenwurzeln. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Amsterdam 1887. 25. Deel., p. 85.

Diese Anlagen lassen auf geeigneten Schnitten Wurzelhaube, Dermatogen, Periblem und Plerom leicht unterscheiden. Die gegen die Rinde vorwachsende Spitze hat die verdrängten Zellen zusammengedrückt, so dass die aufeinander gepressten Wände derselben der Wurzelhaube aussen anliegen. Das Plerom geht an der Basis der Anlage in ein Gefässbündel über, welches aus kurzen und engen, ziemlich dickwandigen Elementen mit spaltenförmigen Tüpfeln besteht; die zuerst angelegten Gefässe haben schraubige Verdickungen. Tangentialschnitte, welche die Wurzelanlage quer durchschneiden, zeigen dieselbe als einen kreisrunden, regelmässig concentrisch gebauten Gewebekörper, welcher je nach der Schnitthöhe in zwei oder drei Zonen zerfällt, der Rinde eingelagert. In tieferen Schnitten ist sie von der Rinde weniger stark abgesetzt und zeigt im Centrum das Gefässbündel. Der Querschnitt durch den jüngsten Theil des letzteren ist sternförmig; es ist von Meristem und Phloëm umgeben. Eine Endodermis fehlt diesen Anlagen noch; an entwickelten Adventivwurzeln ist sie indessen vorhanden, und sie lässt sich alsdann eine Strecke weit in die Rinde des Zweiges hinein verfolgen[1]. Nach dem Holze zu verdickt sich das Bündel und wird kreisförmig im Querschnitt; wo es in den Holzcylinder des Stammes eintritt, besitzt es einen ziemlich bedeutenden Durchmesser; in noch tieferen Schnitten verschmälert es sich seitlich, so dass es eine entfernte Aehnlichkeit mit einem Markstrahl bekommt, die noch dadurch vermehrt wird, dass sich meist einer der zahlreichen Markstrahlen seitlich an dasselbe anlegt.

An den unteren Stengeltheilen einiger aus einem Graben hervorgezogenen Stöcke fand ich diese Anlagen in reichlicher Weise zu Wurzeln entwickelt; am Grunde der letzteren war das Lenticellengewebe auch mikroskopisch noch deutlich nachweisbar. An der Basis der Seitenwürzelchen der letzteren fand sich gleichfalls eine kleine Korkwucherung, deren Lenticellennatur mir jedoch zweifelhaft geblieben ist. An den oberen Stengelgliedern beharren dagegen, wie es scheint, die besprochenen Gebilde fast stets als Anlagen. An Pflanzen, die ich im Freien untersuchte, habe ich sie nie entwickelt gefunden; selbst an einem Stengel von 1 cm. Dicke, der möglicherweise mehrere Jahre alt war (deutliche Jahresringe sind nicht zu erkennen), waren sie nur als ganz kleine Spitzchen vorhanden. Man kann das leicht feststellen, indem man die Rinde vorsichtig abhebt; sie bleiben dann mit dem Holze in Verbindung. Wohl aber wachsen die Anlagen, wenigstens theilweise, zu langen Wurzeln aus, wenn man Zweige in Wasser steckt oder in feuchten Sand legt (nach 2—3 Wochen). Mitunter, wenn zufällig ihre Spitze verletzt ist, kommen sie nicht selbst zur Entwickelung, sondern treiben seitlich unter der Spitze eine Nebenwurzel, die ihre Stelle vertritt. Derartige bewurzelte Zweigstücke wachsen zu neuen Pflanzen heran, wenn sie in feuchter Erde bleiben[1]). Doch erscheint es fraglich, ob mit dieser Fähigkeit, die im allgemeinen nur bei den dem Boden angedrückt wachsenden und mehr ausnahmsweise bei zufällig an den Boden gelangten Zweigen zur Verwendung kommt, die Functionen dieser Wurzelanlagen erschöpft sind.

---

[1] Doppelfärbung Safranin-Kornblau; der cutinisirte Ring der Endodermiszellen färbt sich roth, die Zellen selbst wie Rinde und Weichbast blau oder bläulich. S. Ber. d. Deutschen bot. Ges. 1888, p. 161, und 1890, Generalversammlungsheft.

Herminiera Elaphroxylon G. P. R.

Die bereits oben erwähnten in der Rinde zwischen je einem »zusammengesetzten Markstrahl« Jaensch's und einer Lenticelle gelegenen Wurzelanlagen heben sich durch die farblosen auf Zweigquerschnitten etwa in Parabelkurven (*b* in Fig. 1), auf Tangentialschnitten (Fig. 4 und 5) in concentrischen Kreisen regelmässig geschichteten Zellen, die in den Ecken kleine Intercellularräume haben, deutlich von der grosszelligen grünen Rinde ab. Die äusserste Zellenschicht zeigt auch hier mitunter eine stark verdickte Membran, welche auf die zusammengedrückten Wände der verdrängten Rindenzellen zurückzuführen ist. Letztere und die folgenden 3—4 Schichten bilden die Wurzelhaube, daran schliesst sich das Dermatocalyptrogen. Ob diesem auch die äusserste oder die beiden äussersten Schichten der Wurzelhaube ihren Ursprung verdanken, oder ob sie selbständig aus der jüngsten Anlage hervorgehen, mag unentschieden bleiben, doch ist mir das letztere nach den erhaltenen Bildern allerdings wahrscheinlicher. Dann folgt das Periblem, das an der Spitze nur eine Zellenschicht stark ist, und endlich innen das Plerom. Der Bau des Wurzelmeristems ist hier weit weniger übersichtlich als bei Solanum, so dass nur besonders günstige Schnitte die einzelnen Meristeme gut unterscheiden lassen. Aus dem Plerom entwickelt sich ein Gefässbündel (*c* in den Figuren), welches relativ weit gegen den Vegetationspunkt vordringt. Meist sind an den zunächst ausschliesslich untersuchten jüngeren Zweigen unter dem Scheitel zwei diametral gegenübergestellte, entweder deutlich getrennte oder in der Mitte zusammenhängende Xylemstränge zu unterscheiden, die aus engen, kürzeren oder längeren, mit leiterförmigen und spiraligen Verdickungen versehenen Elementen bestehen. Sie liegen gewöhnlich in der Ebene des Zweigquerschnitts und wechseln mit zwei Strängen engmaschigen, dünnwandigen, unverholzten Gewebes ab, das als Phloëm zu deuten ist (Fig. 5, *l*); auch der so zu Stande kommende radiale Bau rechtfertigt die Auffassung der Bildung als Wurzelanlage. Weiter nach innen zu sind die Bündel stets vereinigt.

---

[1]) Wie Beijerinck a. a. O. bemerkt, ist überhaupt die vegetative Reproductionsfähigkeit von Solanum Dulcamara ausserordentlich gross. »Diejenigen Stengeltheile, welche dem Substrat angedrückt liegen, sind förmlich mit Wurzelanlagen überdeckt, und die verholzten Wurzeln, welche Licht und Luft ausgesetzt sind, tragen ganze Reihen von Knospen« (Sprossknospen).

Dieser Gefässstrang der Wurzelanlage steht in engster Beziehung zu dem Gefässbündel des von Jaensch als »zusammengesetzter Markstrahl« bezeichneten Gebildes. Erheblich verschmälert und aus einer geringen Zahl enger, langgestreckter, ring- oder schraubenförmig verdickter Gefässe zusammengesetzt dringt derselbe durch die Cambiumzone (*h*) hindurch in horizontaler Richtung in den Holzkörper ein. Hier legen sich kurze, aber weite Gefässglieder (*d*) um den Strang herum, ihn gewissermassen wie eine Scheide umgebend. Diese sind mit spaltenförmigen oder mit augenförmigen Tüpfeln versehen und entwickeln sich aus meristematischen Zellen, die sich durch ihre Grösse von den Zellen des Cambiums unterscheiden. Innerhalb des Mantels der weitlumigen Gefässe lässt sich das Bündel der engen bis tief in das »Markstrahlbündel« hinein verfolgen; erst nahe dem inneren Ende des letzteren entzog es sich der Beobachtung[1]. Der Verlauf ist allerdings ein etwas unregelmässiger; vielfach sieht es zerrissen, verzerrt oder verdrückt aus, indem die ringförmigen Verdickungen auseinander gerückt oder wie durch seitlichen Druck verbogen und gedreht erscheinen, oder indem sie stellenweise fehlen und an anderen Stellen wieder zu grösseren, unregelmässigen Massen angesammelt sind. Jaensch stellt in seinen Zeichnungen nur die weiten Gefässe dar; dem Bündel der engen entspricht vielleicht der längsgestreifte Strang in seiner Fig. 5[2].

Die weiten äusseren Gefässe (*d*) treten mit den wenigen Gefässen des Holzes (*e*), an welchen sie vorüberstreichen, und die bekanntlich vereinzelt oder in kleinen Gruppen in den ähnlich wie Jahresringe aussehenden Sklerenchymschichten (*g*) des Holzes liegen, in Verbindung (bei *f*); das ganze Gebilde endigt nach innen zu, indem es sich an eine ebensolche Gefässgruppe ansetzt.

Ausser den engen und den weiten Gefässen lassen sich in dem Gefässbündel noch unverholzte Elemente nachweisen (Fig. 1 zwischen *c* u. *d*), langgestreckte Zellen, die sich von aussen zwischen die weiten Gefässe hineindrängen, theilweise aber auch in der Mitte liegen und neben den engen Gefässen verlaufen. Dies ist namentlich auf Querschnitten durch das Bündel deutlich (Fig. 6); in der Mitte sieht man die engen dickwandigen und mitunter bereits unkenntlichen Querschnitte der Spiralgefässe (*c*), um diese herum die weiten Gefässse (*d*) und die unverholzten Elemente; das Ganze bildet eine rundliche Gruppe, die entweder frei liegt oder, wie in dem in Fig. 6 abgebildeten Schnitte, sich an ein Gefäss (*e*) des Holzes anlegt.

Besonders bemerkenswerth ist, dass das besprochene Bündel, wenigstens *an dem mir zugänglichen Materiale, stets in der Mitte einer sich oben* und unten daransetzenden und ihm an Breite gleichen Wucherung unverholzter Zellen liegt (*i* in Fig. 2 und 6), die markstrahlartig von der Rinde in das Holz eindringt. Diese Zellen sind nahezu cylindrisch und mit ihren Axen radial gelegt. Ein besonders charakteristisches Bild geben sie auf radialen Längsschnitten; hier bilden sie lange, durch grosse Luftlücken getrennte Säulen, indem sie wesentlich nur mit ihren Grundflächen vereinigt sind und seitlich nur stellenweise durch kleine Ausstülpungen der Zellwand einander berühren (Fig. 7). Das ganze Gewebe ist deshalb sehr locker und wird bei der Anfertigung von Radialschnitten leicht etwas zerrissen. Es dringt ungefähr ebensoweit in das Holz ein, wie das horizontale Gefässbündel. Selbstständig, d. h. ohne Gefässbündel, habe ich es nie gesehen, und ich glaube daher, dass es mit letzterem ein einheitliches Ganzes bildet. Auffälligerweise stellt Jaensch in Fig. 4 von diesem Gewebe, das von der ganzen besprochenen Bildung allein mit einem Markstrahl verglichen werden könnte, nichts dar, und erwähnt auch im Texte das Vorkommen solcher Zellen mit keinem Worte, während er allerdings in seiner Fig. 3 die »zusammengesetzten Markstrahlen« in eine wohl auf dieses Begleitgewebe zu deutende Spitze auslaufen lässt. Auch in Bezug auf den gefässführenden Theil stimmt Jaensch's Fig. 4 nicht mit den von mir, auch an älterem, in Egypten gewachsenem Holze, erhaltenen Bildern überein, so dass ich annehmen muss, Jaensch habe abnormes oder wegen eingetretener Desorganisirung (vergl. a. a. O., p. 292 Zeile 5 von oben) nicht mehr wohl erkennbares Gewebe vor sich gehabt.

---

[1] Zur Sichtbarmachung dieses Bündels eignete sich besonders die bereits oben erwähnte Doppelfärbung.

[2] Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 1884, Taf. V.

Man findet die besprochene Bildung an demselben Zweige in verschiedenen Stadien der Entwickelung (ich untersuchte zunächst junge Triebe von 4—6 mm Dicke). In einigen Fällen dringt das horizontale Gefässbündel bis an die innersten, der Markscheide zunächst liegenden weiteren Gefässe vor, dagegen nie bis an die ältesten Ring- und Schraubengefässe; alsdann hat die Wurzelspitze meist das Periderm fast erreicht und erhebt die Rinde mehr oder weniger zu einem Höcker, auf dessen nach der Zweigspitze gerichtetetem Abhange die Lenticelle liegt, so wenigstens an dem Materiale aus dem Berliner botanischen Garten (Fig. 2). An jüngeren Anlagen dringen die Gefässe nur bis an die dem Cambium zunächstliegenden gefässführenden Sklerenchymschichten in das Holz ein. Die noch kleine Wurzelspitze liegt alsdann mitten in der Rinde und ist oft ein wenig nach unten geneigt. Auch das markstrahlähnliche Begleitgewebe ist in diesen Fällen erst eben angelegt und dringt nicht tiefer in das Holz ein. Noch jüngere Anlagen (Fig. 3) erheben sich kaum merklich über das Phloëm. Die Wurzelhaube ist nur 1—2 Zellen hoch; ein deutliches Plerom ist noch nicht zu unterscheiden. Im Cambium haben sich seitlich einige weite Gefässe (*e*) gebildet, an welche die junge Wurzel sich anschliessen wird; auch einige Glieder der Gefässhülle und der Verbindungstracheïden sind bereits vorhanden, in dem abgebildeten Falle an einen secundären Markstrahl (*k*) sich anlehnend. Diese jüngsten Stadien lassen aussen noch keine hügelige Erhebung der Rinde und keine Lenticelle wahrnehmen. Man ist beim Auffinden derselben auf günstigen Zufall angewiesen wenigstens auf Querschnitten; auf Längsschnitten wird letzteres dadurch etwas erleichtert, dass sich oft ganze Reihen der Anlagen übereinander befinden.

Eine nicht ganz leicht zu entscheidende Frage ist die, in welcher Weise das Gefässbündel der Wurzelanlage sich den durch die Thätigkeit des Cambiums bewirkten Veränderungen anpasst. Es schien mir anfangs, als ob das Gefässbündel allmählich von dem Holze überwachsen würde, ich bin aber jetzt zu der Ansicht gekommen, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass dasselbe im Cambium einer Art intercalarer Verlängerung unterliegt. Es scheint bis zu einem gewissen Grade gedehnt und theilweise auch zerrissen zu werden, aber ohne dass dadurch eine wirkliche Unterbrechung stattfindet, indem sich seitlich cambiale Zellen anlegen, die das Wachsthum des Cambiums mitmachen und zugleich zu Gefässen werden; wenn auch diese durch weitere Ausdehnung zerrissen werden, sind bereits neue vorhanden, die ihre Functionen übernehmen. So ist im Cambium stets eine geringe Zahl von Gefässen vorhanden, welche die Verbindung des Rindentheiles des Bündels mit dem Holztheile desselben aufrecht erhalten. Zu dieser Auffassung veranlassen mich besonders zwei Thatsachen, erstens das vielfach unregelmässige, verzerrte und verdrückte Aussehen des Stranges der dünnen Gefässe, soweit er im Holze liegt, und zweitens der Bau des in der Rinde liegenden Bündeltheiles. Dieser setzt sich nämlich mit einem schmalen nur aus wenigen Gefässen gebildeten Anfange in der Cambiumzone an das im Holze liegende Bündel an und verbreitet sich nach aussen vielfach fast strahlig, so zwar, dass diese Gefässe auseinander weichen und die nächst älteren zwischen sich einklemmen; letztere weichen wieder auseinander, nehmen die nächsten Gefässe zwischen sich, und so fort. Das Spitzenwachsthum des Wurzelscheitels ist dagegen sehr unerheblich, da dieser selbst an dem ältesten mir zu Gebote stehenden Materiale (s. unten) das Periderm nicht durchbrach; allerdings konnte ich Rindenstücke von alten Stämmen nicht untersuchen.

In dem zuletzt geschilderten Baue liegt auch ein erheblicher Unterschied zwischen Herminiera und Solanum Dulcamara. Bei letzterer Pflanze setzt sich das Wurzelbündel mit breitem Grunde an das Holz an, so dass die Würzelchen am Holzkörper sitzen bleiben, wenn man die Rinde abzieht; ein intercalares Wachsthum des Bündels findet also nicht statt und ist auch nicht erforderlich, da das Dickenwachsthum der Stengel nicht beträchtlich und ihre Lebensdauer nur eine kurze ist. Bei Herminiera würden dagegen mit dem Ablösen der Rinde die Würzelchen abgerissen werden.

Auf Grund der vorstehenden Untersuchungsergebnisse kann ich mich der Auffassung der besprochenen Bildungen als »zusammengesetzter«, d. i. gefässführender »Markstrahlen« nicht anschliessen. Das Bündel der Ring- und Spiralgefässe ist der Leitstrang der Wurzelanlage; der Hülle von weiten Gefässen fällt in erster Linie die Aufgabe zu, diesen mit den zerstreuten Gefässen des Holzes in Verbindung zu bringen. Die sonderbare Ausbildung des Ganzen darf bei einer überhaupt anatomisch so merkwürdigen Pflanze nicht auffallen. Eine weitere zunächst secundäre Aufgabe der weiten Gefässhülle könnte man dann allerdings in der Herstellung einer Verbindung zwischen den sonst isolirt liegenden Gefässen des Holzes suchen. Dafür spricht namentlich die grosse Zahl dieser horizontalen Gefässbündel, welche die Verbindung sogar als eine recht ergiebige erscheinen lässt, ferner der Umstand, dass, wie unten ausgeführt ist, die Würzelchen im Allgemeinen nicht weiter entwickelt zu werden scheinen, so dass man sie fast als rudimentäre Organe betrachten und an eine Art Functionswechsel ihres Leitstrangs denken möchte. Nur das unverholzte Begleitgewebe des Stranges, welches Jaensch übrigens gar nicht beschrieben hat, könnte allenfalls als Markstrahlgewebe aufgefasst werden; indessen ist zwischen ihm und den echten Markstrahlen der Herminiera, deren Zellen fast lückenlos zusammenhängen, ein bedeutender Unterschied (Fig. 6, *k* und *i*). Jaensch behauptet, dass die »zusammengesetzten Markstrahlen« stets in einen gewöhnlichen Markstrahl übergehen [1]). Ich habe zwar Präparate gesehen, an welchen man diesen Eindruck nicht gewann, möchte aber auf den ganzen Umstand überhaupt kein besonderes Gewicht legen; denn der Leitstrang mit seinem Begleitgewebe nimmt einen so erheblichen Raum ein, und die echten Markstrahlen sind so klein und so zahlreich, dass ersterer fast nothwendiger Weise mit einem oder mehreren der letzteren in Berührung kommen muss. Entschieden falsch ist aber die Behauptung Jaensch's, dass Herminiera nur primäre Markstrahlen habe [2]); vielmehr konnte das Vorhandensein secundärer durch Untersuchung successiver Schnitte leicht und mit völliger Sicherheit nachgewiesen werden, selbst an ganz jungem Holze.

Als ich mich nach Beendigung der Untersuchung der aus Berlin erhaltenen Zweigprobe an Herrn Prof. Urban wandte, um zu erfahren, ob und unter welchen Umständen die Wurzelanlagen bei Herminiera zur Entwickelung kämen, erhielt ich die Nachricht, dass das im Berliner botanischen Garten befindliche Exemplar eingegangen sei. In Kew, Palermo [3])

---

1) a. a. O. p. 271.

2) a. a. O. p. 271.

3) Bei Gelegenheit meiner Anfrage wegen Herminiera machte Herr Dr. H. Ross in Palermo mich auf Paratropia venulosa aufmerksam, die, wie er meinte, sich ähnlich verhalte. An dem mir freundlichst übersandten Materiale waren indessen unter den Lenticellen keine Wurzelanlagen aufzufinden; ebensowenig konnte ich

und Coimbra, wo ich gleichfalls anfragte, war die Pflanze in den botanischen Gärten nicht vorhanden. Ich sah mich daher genöthigt, die Untersuchung abzuschliessen und hatte das Manuscript bereits an Herrn Prof. Goebel zur Aufnahme in die Flora eingesandt, als dieser mich darauf aufmerksam machte, dass Herr Prof. Schweinfurth vielleicht den gewünschten Aufschluss geben könnte. Dieser Herr befand sich damals gerade in Cairo und hatte die Güte, mir nicht nur wichtige Angaben über die Wachsthumsweise der Herminiera, sondern auch ein Paar ältere Zweigstücke und einige Wurzeln mit Wurzelknöllchen zu übermitteln.

Nach den Mittheilungen Schweinfurths war damals an einem kleinen Bassin im botanischen Garten der medicinischen Schule zu Cairo eine Gruppe von Prachtexemplaren vorhanden, wie er sie schöner am oberen Nile nie gesehen habe. Die Pflanzen, aus Samen vom weissen Nil gezogen, waren 5—6 Jahre alt und fast das ganze Jahr über voller Blätter, Blüthen und Früchte; sie hatten Stämme von mehr als 6 m Höhe und ½ m Umfang. Leider haben dieselben inzwischen, wie mir Herr Prof. E. Sickenberger, Director des botanischen Gartens in Cairo schreibt, wegen einer Erweiterung der Anstalt gefällt werden müssen, doch ist der Schaden nicht sehr gross, da sie sich dort sehr rasch aus Samen wieder heranziehen lassen.

Die Ambatschwurzeln bilden ein filzartiges Geflecht, welches die Pflanze befähigt, sich schwimmend zu verbreiten. Dieser Eigenthümlichkeit gedenkt Schweinfurth bereits a. a. O. p. 10, woselbst es heisst, dass die Pflanze die Hauptrolle zu spielen scheine bei der Bildung schwimmender Inseln, die, aus der durch Wurzelgeflecht zusammengehaltenen Vegetationsmasse verschiedener Wasserpflanzen bestehend, ein Spiel der Winde, die weiten Wasserflächen durchirren; ein Umstand, dem man nach Guillemin, Perrottet und Richard, a. a. O. p. 202 auch die Entdeckung der Pflanze verdankt. Gelegentlich könnte die Pflanze auch, wie Schweinfurth meint, fest im Erdreich der Ufer wurzeln, und unter diesen Umständen wäre es nicht ausgeschlossen, dass eine Aenderung des Wasserstandes einen Einfluss auf die Entwickelung der ruhenden Wurzelanlagen haben könnte. Für gewöhnlich scheinen dieselben indessen ebensowenig wie die von Solanum Dulcamara zur Weiterentwickelung zu gelangen; wenigstens konnte Herr Prof. Schweinfurth an den in Cairo cultivirten Pflanzen keine Spur von über dem Erdreich hervorkommenden Wurzeln bemerken, weder Stützwurzeln, wie bei Mais und Sorghum, noch Luftwurzeln. Auch an den mir übersandten Zweigstücken von 2,3—2,8 cm Durchmesser[1])

über den vorhandenen Wurzelanlagen und am Grunde der eigenthümlichen Luftwurzeln Lenticellengewebe nachweisen. Die Pflanze verhält sich also jedenfalls anders als die oben genannten; sie zeigt übrigens anatomisch manches Bemerkenswerthe und verdiente wohl weitere Beachtung.

1) Einer dieser Zweige war 16 cm lang, 2,3—2,8 cm dick und wog lufttrocken 31 gr. Danach ergiebt sich das specifische Gewicht des lufttrockenen Holzes etwa zu 0,37.

war keine Spur von Wurzeln entwickelt. Die graue Rinde dieser Zweige war mit einigen kegelförmigen Stacheln von 0,5 cm Länge besetzt; man erkannte einige Blattnarben und zahlreiche Lenticellen, die jedoch nicht so stark, wie nach den jungen Zweigen erwartet werden konnte, hervortraten. Nach dem Trocknen wurden die unter dem Korke liegenden Bastbündel als Längsriefen bemerkbar. — Die horizontalen Gefässbündelstränge sind in ausserordentlich grosser Zahl vorhanden. Das unverholzte Begleitgewebe derselben ist deutlich ausgebildet, wenn auch nicht in relativ so grosser Ausdehnung wie an den jüngeren Zweigen; durch die braune Färbung der Inhaltsstoffe einzelner Zellen macht es die Stränge mit blossem Auge leicht kenntlich, auf Querschnitten als einfache, auf radialen Längsschnitten als doppelte bräunliche Linien, auf Tangentialschnitten als lanzettliche Figuren, die in der Mitte einen hellen Punkt tragen.

Der Bau der Gebilde ist an diesen älteren Zweigen im Wesentlichen derselbe, wie an jüngeren; nur ist die Zahl der weiten Gefässe eine beträchtlichere, und das ganze Bündel erreicht in Folge dessen einen etwas grösseren Umfang. Im Innern desselben lassen sich die engen Gefässe, die in unmittelbarer Verbindung mit den Gefässen der Wurzelanlage stehen, und ihre parenchymatischen Begleiter, in derselben Weise nachweisen, wie an jüngeren Zweigen; dagegen ist das Gefässbündel unter der Wurzelanlage selbst von etwas massigerem Baue, es erscheint im Querschnitte meist triarch oder tetrarch. An der Grenze zwischen den der Wurzelanlage angehörenden Zellen und denen der Rinde bildet sich um den mittleren Theil dieses Bündels eine Art Scheide aus, die aus zusammengepressten Rindenzellen zu Stande kommt, indessen fehlt eine ausgeprägte Endodermis hier ebensowohl, wie an den unentwickelten Wurzelanlagen von Solanum Dulcamara. Die Scheitel der Wurzelanlagen traten auch an den Schnitten aus diesen älteren Zweigen, deren Rinde sich während der Verschickung des Materials bereits etwas gebräunt hatte, nach der Einwirkung von Eau de Javelle meist auf das beste hervor. Sie waren allerdings nie so weit nach aussen vorgedrungen, wie an den Zweigen aus dem Berliner botanischen Garten; vielfach war die Anlage schief zur Seite abgelenkt oder auch wellig gebogen; es machte den Eindruck, als ob die Rindengewebe dem Vordringen der Wurzelspitze einen erheblicheren Widerstand entgegengesetzt hätten als an den Berliner Zweigen, an denen vielleicht in Folge der feuchten Gewächshausatmosphäre das Wachsthum der Wurzeln gefördert worden war. In einigen Fällen war allerdings der Wurzelvegetationspunkt sehr undeutlich; es schien, als ob er durch die starke tangentiale Dehnung der äussersten Rindenschichten in die Quere verzerrt und durch den damit verbundenen radialen Druck an der weiteren Entwickelung gehindert worden sei. Leider konnte ich das Verhalten der Wurzelspitzen an den ältesten Stämmen nicht untersuchen. Es wäre nicht unmöglich, dass das Spitzenwachsthum der Wurzelanlagen allmählich aufhörte, und dass sich seitlich unter der Spitze Nebenwurzeln bilden müssten, falls die Anlagen durch irgend einen Umstand zum Austreiben bewegt würden.

Welche Bedeutung den sonderbaren Wurzelanlagen zuzuschreiben sei, darüber habe ich mir auf Grund der bloss anatomischen Untersuchung und der nur negativen Angaben Schweinfurth's kein bestimmtes Urtheil bilden können. Sie erzeugen keine Luftwurzeln und bleiben für gewöhnlich unentwickelt; in dieser Beziehung verhalten sie sich ganz ähnlich wie die von Solanum Dulcamara. Da sie stets von Lenticellen begleitet sind, so könnte man daran denken, dass durch sie eine reichlichere Zufuhr von Wasser nach dem Gewebe unter letzteren bewirkt würde, so dass sie in den Dienst der Transpiration gestellt wären; indessen würde man in diesem Falle erwarten können, ähnliche Erscheinungen häufiger anzutreffen. Dass sie gelegentlich, wie die Anlagen bei Solanum, sich zu Wurzeln ausbilden, ist wohl kaum zweifelhaft; leider kam meine Bitte an Herrn Prof. Sickenberger, nach dieser Hinsicht einen Versuch anzustellen, zu spät. Es ist nicht unmöglich, dass sie bei Veränderungen des Wasserstandes zur Ausbildung gelangen, doch wird dadurch ihr Vorkommen an den höheren Zweigen nicht erklärt. Wahrscheinlich erscheint es mir, dass die Pflanze bei ihrer nicht selten schwimmenden Lebensweise häufiger erheblichen Lageveränderungen ausgesetzt ist, bei welchen eine leichte Bewurzelung an allen Theilen vortheilhaft wäre. Jedenfalls bedarf es der Beobachtung der Pflanze unter ihren natürlichen Lebensbedingungen, um sicheren Aufschluss über diese Frage zu erhalten.

Die Wurzelknöllchen von *Herminiera.*

Bei Gelegenheit seiner Sendung machte mich Herr Prof. Schweinfurth auf eigenthümliche Knollen an den Wurzeln von Herminiera Elaphroxylon aufmerksam und hatte die Güte, mir einiges Material derselben zur Untersuchung beizulegen. Die Knöllchen sind rundlich oder eiförmig gestaltet, erreichen eine Grösse von 0,5 cm und sitzen in grosser Menge an dem aus dem schwarzen Nilboden entnommenen Wurzelgeflechte. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte die Vermuthung, dass sie den Wurzelknöllchen der übrigen Papilionaceen durchaus analog sind; eine kurze Besprechung derselben dürfte wegen des Interesses, welches diese Gebilde augenblicklich in Anspruch nehmen, gerechtfertigt sein.

Zuvor mögen einige Bemerkungen über die Wurzeln der Herminiera Platz finden. Der Bau des Holzkörpers der Wurzeln weicht von dem des Stammes ab, indem er sich dem gewöhnlichen Typus des Holzes nähert. Weite und engere Gefässe, stärkeführendes Holzparenchym und zahlreiche sehr dickwandige Holzfasern setzen denselben zusammen und lassen sich auch auf Querschnitten leicht von einander unterscheiden. Die eigenthümlichen dünnwandigen Zellen, welche die Hauptmasse des

Stammholzes ausmachen, die »Pallisadentracheiden« Jaensch's (*p* in Fig. 1, 3 u. 6), fehlen hier; das stärkeführende Holzparenchym dürfte ihnen entsprechen, indem es nach der Form der Zellen noch am meisten mit ihnen übereinstimmt. In der (secundären) Rinde fallen ausser den dickwandigen Bastfasern besonders die langgestreckten, mit einer gummiartigen Masse gefüllten Schläuche auf, deren Inhalt mit Wasser quillt und sich dehnt, wobei er sich mitunter (in Längsschnitten) bogenartig krümmt und aus dem Verbande der Zellen heraustritt. An den vorliegenden knöllchentragenden Wurzeln wurde die Rinde aussen durch ein Korkgewebe abgeschlossen, das unter der Endodermis entstanden ist, da diese bereits fehlte. An den Wurzeln selbstgezogener Keimpflanzen war letztere noch vorhanden, und sie grenzte eine lockere, aus rundlichen Zellen mit grossen Intercellularen gebildete primäre Rinde gegen den Centralstrang ab. Oft sassen dem Korke aussen noch fadenförmige Zellen an, die fast wie Wurzelhaare aussahen, mitunter aber Stärke führten. An manchen Präparaten waren sie besser erhalten, und an solchen konnte festgestellt werden, dass sie ein Phelloid sind, indem sie oft zwischen zwei Korkschichten eingeschaltet sind und die Reihen übereinander liegender Korkzellen in radialer Richtung fortsetzen. Der Entstehung, Gestaltung und vermuthlich auch der Function nach entspricht dieses Phelloid durchaus dem von Schenk[1]) bei einer Reihe von Sumpfpflanzen unter dem Namen Aerenchym beschriebenen Gewebe; es war zwar an meinem Materiale nur in geringer Menge vorhanden, möglicherweise könnte es aber bei Herminiera unter Umständen auch zu einer reichlicheren Entwickelung kommen. Das Aerenchym weist übrigens unverkennbare Aehnlichkeiten mit dem von mir .als Choriphelloid[2]) bezeichneten Gewebe der Lenticellen auf, und zwar nicht bloss der Wasserlenticellen, Analogien, die Schenck nicht in vollem Maasse gewürdigt zu haben scheint, da er (p. 566) nur die Beziehungen des Aerenchyms zu den »Füllzellen« der Wasserlenticellen andeutet. Beide Gewebe entstehen aus dem Phellogen, wechseln gelegentlich mit verkorkten Schichten, stimmen in der Form und dem Inhalte der Zellen vielfach überein und haben wahrscheinlich eine verwandte Function. — Die Anlage der Seitenwurzeln erfolgt an diesen Wurzeln in einer Weise, die nichts auffälliges hat und von der eigenthümlichen Bildung der zweigständigen unter den Lenticellen liegenden Wurzelanlagen erheblich abweicht.

Die Knöllchen sitzen den kaum 0,1 cm dicken Wurzelfasern seitlich an[3]); sie sind nur durch eine schmale Gewebemasse mit den letzteren verbunden und brechen daher sehr leicht ab. Aussen werden sie von

---

1) Pringsheim's Jahrb. f. wissenschftl. Bot., Bd. XX, p. 526 ff.

2) Jenaische Zeitschr. XVII, 1884, p. 544—546; vergl. z. B. Taf. XII, Fig. 4, 15 und 18 mit Schenck's Fig. 4 u. 35.

3) Tschirch's Robinia-Typus; Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. V, 1887, p. 60.

einer dünnen und durch die Spannung im Innern ziemlich stark zusammengedrückten Rinde umgeben. Diese enthält eine Korklage und darunter Parenchym mit zahlreichen eingelagerten Steinzellen, die in der Längsrichtung des Knöllchens, d. h. senkrecht zur Wurzel, den längeren Durchmesser haben. Am Innenrande dieser Rindenschicht liegen die Gefässbündel, etwa 15 an der Zahl, die sich am ganzen Umfange vertheilen und der Längsrichtung des Knöllchens folgend gegen die Spitze hin verlaufen. Sie sind monarch, mit Parenchymscheide und Endodermis umgeben, was am besten auf Querschnitten nach Kali- und Chlorzinkjodbehandlung klar wird, und entstehen durch die Verzweigung eines Bündels, welches, von einer Endodermis eingeschlossen, aus dem bereits endodermisfreien axilen Strange der Wurzel durch die Gewebebrücke in das Knöllchen eindringt[1]).

Innerhalb der dünnen Rindenschicht liegt das mächtig entwickelte Bacteroidengewebe. Die Zellen desselben (Fig. 8, *r*) sind länglich, gross, durch schmale lufterfüllte Intercellularräume von einander getrennt und dicht mit einer gelblichen Masse erfüllt, die sich beim Behandeln mit Wasser in einen weissen Schlamm verwandelt und aus zahllosen winzig kleinen Bacteroiden besteht. Die Gestalt der letzteren ist einfach stäbchenförmig oder biscuitförmig, mitunter etwas kommaartig gekrümmt. Durch Hämatoxylin liessen sich in den Bacteroidenzellen die Ueberreste eines in Körner aufgelösten Zellkerns leicht nachweisen (Fig. 8). Die Wände der Zellen zeigen nach der Behandlung mit Kali und Chlorzinkjod eine sehr bemerkenswerthe Tüpfelstructur. Die früher für Pilzhyphen oder Schleimfäden gehaltenen, neuerdings als Infectionsschläuche bezeichneten Bildungen fand ich erst nach längerem vergeblichen Suchen an jüngeren Knollen, indem ich die Schnitte mit Kali kochte und dann mit Wasser auswusch. Nach Glycerinzusatz sind sie wegen der Lichtbrechungsverhältnisse weit schwieriger zu sehen.

Ausserordentlich auffällig waren mir zwischen den Bacteroidenzellen, scheinbar in den Intercellularräumen, liegende bräunlichgelbe Massen, die, Pilzhyphen nicht unähnlich, das Bacteroidengewebe wie ein Netzwerk durchzogen (Fig. 8, *s*). Hämatoxylinfärbung wies zahlreiche Zellkerne in denselben nach. Durch die Untersuchung jüngerer Knöllchen wurde ich über die mir anfangs räthselhafte Erscheinung aufgeklärt. Es sind die Ueberreste von Zellen, die dem Bacteroidengewebe angehören, sich aber

---

1) Vergl. Beijerinck, Botan. Zeitung 1888, p. 728 und Taf. XI, Fig. 2, 3, 4; ferner Tschirch, a. a. O. p. 62. — Die Gefässbündel lagen in dem von mir untersuchten Materiale nicht in Vertiefungen des Bacteroidengewebes, wie in Beijerinck's Fig. 2, sondern auf den Gipfeln von Erhöhungen desselben; sie waren zusammengedrückt und ohne Anwendung von Reagentien schwer zu erkennen (vielleicht in Folge theilweisen Austrocknens während der Versendung). Eine das ganze Knöllchen umgebende Endodermis (*en* in Beijerinck's Fig. 2*b*) konnte ich bei Herminiera nicht finden.

nicht mit Bacteroiden füllen und daher später durch die sich erheblich ausdehnenden Bacteroidenzellen bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückt werden. Ob Infectionsschläuche in dieselben eindringen, vermochte ich nicht zu entscheiden, vermuthlich ist dies nicht der Fall. An den jungen Knöllchen haben sie die Aufgabe, dem Inneren des Bacteroidengewebes und dem Knöllchenmeristem Stärke zuzuführen, denn hier sind sie ganz mit rundlichen Stärkekörnern angefüllt und bilden zusammenhängende und anastomosirende Stränge, die von der dem Bacteroidengewebe aussen anliegenden und namentlich an der Seite nach der Wurzel zu ausserordentlich stark mit Stärke erfüllten Parenchymschicht des Rindengewebes (der Stärkeschicht) ausgehen. An der noch im meristematischen Zustande befindlichen Spitze des Knöllchens sind diese Zellen von den jungen Bacteroidenzellen nicht zu unterscheiden, und es fehlt ihnen hier auch die Stärke. In den älteren, ausgewachsenen Knöllchen ist ihr Stärkegehalt vollständig verschwunden, wobei sie zu undeutlichen Massen zusammengedrückt sind; auch das dem Bacteroidengewebe aussen anliegende Parenchym, die Stärkeschicht, enthält an solchen Knöllchen nur noch spärliche Stärke. In den eigentlichen Bacteroidenzellen habe ich niemals Stärke gesehen.

Es wäre möglich, dass dieses Netzwerk von Stärkezellen den von Tschirch [1]) bei Robinia erwähnten das Bacteroidengewebe durchsetzenden stärkeführenden Zellen entspräche; aus den Zeichnungen Tschirch's ist allerdings nichts zu schliessen, da dieselben kein Detail enthalten. Beijerinck [2]) erwähnt nur das Vorkommen von Stärke in den Bacteroidenzellen. Nach Prazmowski [3]) kommt Stärke im jungen Bacteroidengewebe stets vor (in welcher Vertheilung?); im fertigen ist sie bald in allen Zellen verbreitet, bald beschränkt sich ihr Vorkommen auf einige zerstreut liegende Zellen; auch diese Darstellung deckt sich nicht völlig mit dem Verhalten der Knöllchen von Herminiera. Ich selbst habe bis jetzt nur wenige Knöllchen anderer Papilionaceen zu vergleichen Gelegenheit gehabt, die im Spätsommer eingesammelt worden waren. Bei Vicia lathyroides und Trifolium minus fand ich innerhalb des Bacteroidengewebes die Stärke nur in Bacteroidenzellen, meist in einer wandständigen Schicht. Bei Trifolium repens fand sie sich sowohl in Bacteroidenzellen, als auch in einzelnen dazwischen gelegenen und fast nur mit Stärke gefüllten Zellen; nach dem Aussehen der älteren Knöllchen ist indessen nicht auf eine Entwickelung der letzteren zu schliessen, welche der von Herminiera entspräche. Bei Ornithopus perpusillus endlich fand ich in dem mir vorliegenden Material keine Stärke mehr, ebensowenig aber eine Andeutung eines an Herminiera erinnernden Verhaltens.

---

1) a. a. O. p. 64, 65, 94. Taf. V. Fig. 4 und 44.

2) Bot. Zeitung 1888, p. 733 und Taf XI, Fig. 7.

3) Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen, Bd. XXXVII, 1890, p. 227.

An den von mir selbst aus Samen (von Cairo) gezogenen Keimpflänzchen von Herminiera hatten sich keine Wurzelknöllchen gebildet, obgleich die angewandte Gartenerde keineswegs sterilisirt worden war und trotzdem ich zerquetschte Knöllchen der oben genannten Papilionaceen in dieselbe gebracht hatte, nachdem die Samen aufgegangen waren. Vielleicht hat Herminiera ihren eigenen bei uns nicht vorkommenden Knöllchenorganismus.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, zum Schlusse den Herren, von welchen ich das Material oder Mittheilungen zu der vorstehenden Arbeit erhalten habe, auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Bremen, November 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Zeichnungen sind mit dem Seibert'schen Zeichenspiegel entworfen; die Buchstaben haben in allen gleiche Bedeutung.

Herminiera Elaphroxylon G. P. R.

Fig. 1. Theil eines Zweigquerschnitts (junger Zweig). Unter einer vom Schnitte nicht getroffenen Lenticelle liegt die Wurzelanlage *b*, deren Gefässe *c* durch das Cambium *h* in das Holz eindringen, wo sie von weiten Gefässgliedern *d* mantelartig umgeben werden. Diese treten bei *f* mit einzelnen der in den Sclerenchymschichten *g* des Holzes liegenden Gefässe *e* in Verbindung. *m* krystallführende Zellen, *p* Pallisadentracheiden (Jaensch). Dermatocalyptrogen und äussere Schicht des Pleroms der Wurzel schattirt. — Vergr. $^{90}/_{1}$.

Fig. 2. Radialer Zweiglängsschnitt durch eine ebensolche Anlage. *a* Lenticelle; *b* das markstrahlähnliche unverholzte Begleitgewebe des Leitstrangs der Wurzel. — Skizze, Vergr. $^{30}/_{1}$.

Fig. 3. Jüngeres Stadium der Wurzelanlage im Zweigquerschnitt. *k* echte Markstrahlen. — Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 4. Sehnenlängsschnitt durch den Rindenhügel mit Lenticelle und Wurzelspitze, vergl. Fig. 2. *a* Phelloderm der Lenticelle, mit Krystallzellen und Gerbstoffzellen; *q* Periderm und äusserstes Rindenparenchym. — Skizze, Vergr. $^{30}/_{1}$.

Fig. 5. Sehnenlängsschnitt, quer durch die Wurzelanlage, etwas tiefer als der vorige. *l* engmaschiges Gewebe (Phloem). — Vergr. $^{90}/_{1}$.

Fig. 6. Sehnenlängsschnitt, das Leitbündel der Wurzelanlage im Holze an einer Stelle quer durchschneidend, wo sich ein Gefäss *e* daran legt. Innen die engen Spiralgefässe *c*, um diese die weiten Gefässglieder *d*. Letztere sind, obgleich quer durchschnitten, wegen der zahlreichen getüpfelten Querwände und um sie vor dem zwischen sie eindringenden Parenchym hervorzuheben, schraffirt gezeichnet worden. — Vergr. $^{90}/_{1}$.

Fig. 7. Das markstrahlähnliche unverholzte Begleitparenchym des Leitbündels der Wurzelanlage im radialen Längsschnitte. Vergl. *i* in Fig. 2 u. 7. — Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 8. Aus dem Bacteroidengewebe der Wurzelknöllchen, *r* Bacteroidenzellen; *s* Reste der stärkeführenden Zellen. Hämatoxylin-Canadabalsam-Präparat, daher die Zellkerne sichtbar, die Zellmembranen nicht erkennbar. — Vergr. $^{100}/_{1}$.

Untersuchungen über Rostpilze.

Von

P. Dietel.

(Hierzu Tafel V.)

Die folgenden beiden kleinen Arbeiten wurden unternommen, um bei einer Untersuchung über die verwandtschaftlichen Verhältnisse der Uredineen untereinander möglichst viele sichere Anhaltspunkte zu finden. Obwohl nun der Abschluss dieser Untersuchungen aus verschiedenen Gründen vorläufig aufgeschoben wurde, so mögen doch einige der erhaltenen Resultate die Veröffentlichung dieser Vorarbeiten rechtfertigen. In welcher Weise diese Untersuchungen für das Studium der Verwandtschaftsverhältnisse verwerthbar sind, ist an einigen Stellen angedeutet worden, im übrigen aber sind die zum Theil naheliegenden Consequenzen nach jener Richtung hin nicht gezogen worden.

Ueber den Bau der Sporenmembran bei den Uredineen.

Die Sporenmembran der Uredineen lässt, wie die vieler Pilze, meist zwei Theile unterscheiden: das Exospor oder Epispor und das Endospor. Viele Teleutosporen zeigen im fertigen Zustande freilich mehr, gewöhnlich 3 Schichten, und es ist dann die Frage, welche davon dem Exospor und welche dem Endospor angehören. Für die Beantwortung derselben wird man auf die Entstehungsweise der verschiedenen Schichten zurückgehen müssen. Dabei hat sich gezeigt, wie wir hier vorausgreifend bemerken wollen, dass die gewöhnliche Bezeichnungsweise, wonach als Endosporium nur eine dünne innerste Schicht bezeichnet wird, unzutreffend ist. Aus diesem Grunde wird man es entschuldbar finden, wenn im Folgenden auch auf Dinge eingegangen wird, die Jedem, der jemals Uredineen untersucht hat, bekannt sein werden.

Wir betrachten zunächst den fertigen Bau der Membran einer Teleutospore von Phragmidium subcorticium (Schrnk.). Man kann sich die Untersuchung wesentlich erleichtern, indem man die Färbung durch Salpetersäure aufhellt. Concentrirte Schwefelsäure ist nicht dazu verwendbar, da sie die Membranen zerstört. Man findet auf diese Weise, dass jede Zelle der Spore oder richtiger gesagt jede Theilspore umgeben ist von einer dünnen Membranschicht, die bei einer bestimmten Einstellung des Mikroskopes heller erscheint als die nach aussen hin folgende Membranschicht, bei etwas tieferer Einstellung sich durch einen bläulichen Ton von ihrer Umgebung abhebt (*a* in Fig. 1). Der über dieser innersten Schicht befindliche Theil der Membran (*b* in Fig. 1) ist in der Querrichtung der Spore kräftig ausgebildet, dringt aber von der Seite her nicht tief zwischen zwei benachbarte Sporenzellen ein, sodass diese auf dem grössten Theile der Grenzfläche mit den Innenlamellen aneinanderstossen. Diese Schicht ist an den Stellen, wo sich die Einkerbung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Theilsporen befindet, quergetheilt. An der obersten Zelle der Phragmidiumspore setzt sich dieser Theil der Membran in eine scheitelständige kegelförmige Spitze fort. Die ganze Spore ist endlich sammt ihrer Scheitelspitze von einer dünnen, überall gleichmässig dicken, farblosen Membran überzogen, (*c* in der Fig.) welche sich auch noch auf den Stiel fortsetzt und dessen äussere Umkleidung bildet. In Schwefelsäure hebt sich diese äussere Umkleidung ab, (Fig. 2) infolge der bedeutenden Flächenzunahme zerreissend, und man kann dann durch Verschiebung des Deckglases die Sporenzellen leicht isolieren. Die beiden anderen Schichten lösen sich nicht von einander.

Der Aufbau der Membran geht folgendermassen vor sich. Schon in den jugendlichsten Stadien ist eine einfache dünne Membran von dem Inhalte der Spore deutlich abgegrenzt: es ist die Membran des zu einer spindelförmigen Sporenanlage gewordenen Mycelzweiges. Sie nimmt an der Vergrösserung der Spore theil, ohne ihre Dicke in merklicher Weise zu ändern. Die einzelnen Plasmaportionen, in welche sich der Inhalt der jugendlichen Spore theilt, umgeben sich mit einer gleichfalls sehr dünnen Membran. Es ist schwer, durch direkte Beobachtung zu entscheiden, ob jeder Theil des Sporeninhalts sich selbstständig mit einer Innenmembran umgibt oder ob Querscheidewände innerhalb einer gemeinsamen inneren Membrananlage auftreten. Es sprechen aber verschiedene Umstände für die erstere Auffassung. Es wurden nämlich wiederholt jugendliche Sporen beobachtet, deren Inhalt bereits in zwei oder drei Portionen getrennt war und an denen es nicht gelang, Spuren einer Innenmembran aufzufinden. Ferner zieht sich dieselbe da, wo sie deutlich erkennbar ist, von beiden Sporenzellen aus in den dieselben trennenden Zwischenraum hinein (Fig. 3). Endlich sei noch folgende Beobachtung erwähnt. Eine in verdünnter Schwefelsäure befindliche junge Spore, deren äussere Membranhülle durch die Einwirkung der Säure sich deutlich von dem Inhalte abgehoben hatte, wurde durch Verschiebung des Deckglases aus dieser Umhüllung befreit. Die Zellen blieben in Verbindung mit einander, es war aber bei einer 720fachen Vergrösserung keine Innenmembran sichtbar. Gleichwohl trat dieselbe deutlich zu Tage, als durch Druck auf das Deckglas die Inhalte zweier Zellen aus ihrer Umhüllung herausgepresst waren, und indem die Zellen sich mehr abrundeten, traten die Membranen an einigen Stellen fast bis zur Mitte deutlich auseinander. — Es ist übrigens die genaue Kenntniss dieser Verhältnisse für das Folgende von keinem Belang, es kam nur darauf an festzustellen — und hierüber lassen die Beobachtungen nicht den geringsten Zweifel —, dass diese innere Membran durch eine Ausscheidung aus dem Sporeninhalte entsteht, also genetisch zu der äusseren Membran in keiner Beziehung steht. Es geht dies u. a. noch aus dem Umstande hervor, dass bei ganz jungen Sporen, welche vorher eingetrocknet waren, die innere Membran der äusseren nie lückenlos anliegt. — Im Verlaufe des weiteren Wachsthums erscheint zwischen diesen beiden Hüllen eine Substanz, die den zwischen diesen befindlichen und sich beständig erweiternden Zwischenraum gleichmässig ausfüllt. Sie ist von der äusseren und inneren Umkleidung der Spore durch ihr geringeres Lichtbrechungsvermögen unterschieden. Auch sie steht, wie sich durch Anwendung von Säuren darthun lässt, in keinem Zusammenhange mit der äusseren Membran, sie wird vielmehr von innen her nach aussen hin ausgeschieden und bleibt auch später mit der Innenmembran in organischem Zusammenhang, die auch im Reifezustande nur wie eine besonders differenzierte Schicht dieser Zwischensubstanz erscheint. Die letztere trennt sich, wenn die Sporen bald ihre definitive Grösse erreicht haben, in eben so viele Portionen als Sporenzellen vorhanden sind und dann zeigt die Membran denjenigen Bau wie er oben für die fertige Spore geschildert worden ist. Es tritt nunmehr nur noch die Bräunung und damit verbundene Erhärtung der Membran und die Streckung des Stieles ein.

Die Membran des Stieles zeigt im Wesentlichen denselben Aufbau wie die der Spore selbst: die Aussenmembran, welche die ganze Spore überzieht, umkleidet auch den Stiel, der sehr enge Hohlraum des Stieles ist ebenfalls von einer dünnen Membranschicht umkleidet und zwischen beiden befindet sich, die Hauptmasse des Stieles ausmachend, eine homogene Substanz, die die Lichtstrahlen schwächer bricht als die beiden anderen Schichten. Die Innenschicht wird übrigens sehr leicht übersehen, sie bleibt aber erhalten, wenn man durch verdünnte Schwefelsäure die Zwischensubstanz zerstört hat. Bei Phragmidium Barclayi m. bringt schon Wasser nach einiger Zeit diese Wirkung hervor.

Es kann, wie ich glaube, nach diesen Angaben nicht zweifelhaft sein, dass man die dünne äussere Umkleidung der Sporen, die also nichts anderes ist als die mit der Spore herangewachsene Membran der Sporenanlage, als Exosporium, alles Uebrige als Endosporium zu bezeichnen hat, dass man also nicht die dünne Innenschicht allein als Endospor und das Uebrige als Exospor bezeichnen darf. In diesem Falle würde man ja zum Exospor einen Bestandtheil der Membran rechnen, der nach seiner Entstehung nichts mit ihm gemein hat, sondern vielmehr ein Produkt des Endospors wäre. Die letztere Ansicht ist allerdings die bisher allgemein vertretene, soweit überhaupt specielle Angaben über diesen Gegenstand vorliegen. So z. B. sagt Kny in den Erläuterungen zu seinen botanischen Wandtafeln in Bezug auf die Teleutosporen von Puccinia graminis, deren Membranbau, abgesehen von der Anzahl der Sporenzellen und der Anzahl und Lage der Keimporen, mit demjenigen der Phragmidiumsporen übereinstimmt: »Ihre Aussenmembran, das Episporium, welches im oberen Theile sehr intensiv dunkelbraun gefärbt ist, gegen den Stiel hin aber deutlich blasser wird, ist überall sonst stark verdickt; nur an einer kleinen Stelle in jeder der beiden Sporenzellen ist es von einem Keimporus durchsetzt. . . . Der Innenseite des Episporiums schmiegt sich das zarte wasserhelle Endosporium allseitig eng an«. Dieselbe Auffassung ist von De Bary (Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze II. Aufl. p. 109) vertreten. Besonders ausführlich sind die Angaben, welche J. Müller (Die Rostspitze der Rosa- und Rubusarten p. 11) über den Membranbau von Phragmidium subcorticium macht und die aus diesem Grunde hier erwähnt werden müssen. Danach wird nicht nur die dicke Mittelschicht als zum Exospor gehörig betrachtet, sondern dieselbe soll sogar die äussere Schicht (nach unserer Auffassung das Exospor) erst in einem ziemlich späten Entwickelungsstadium ausdifferenziren. Die hellen Grenzlinien zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sporenzellen werden als das Licht stärker brechende Querlamellen innerhalb der homogenen Aussenwand gedeutet, welche als direkte Fortsätze der eigentlichen Querwände erscheinen. Der Stiel soll sich in der unteren Hälfte nach aussen, in der oberen nach innen verdicken u. s. w. Ein Eingehen auf diese Angaben, die mit der direkten Beobachtung nicht in Einklang zu bringen sind, ist nicht nöthig.

Die Keimporen, welche zunächst als helle Flecken der Membran erscheinen und deren Anzahl bei Phragmidium subcorticum gewöhnlich drei, seltener vier in einer Zelle beträgt, sind Löcher, welche bei den meisten Phragmidiumarten nur die dünne Innenschicht des Endosporiums durchsetzen, die darüber befindliche dickere Aussenschicht desselben ist an diesen Stellen heller gefärbt, besitzt aber nicht eine wirkliche Oeffnung. Das Exosporium ist ebenfalls undurchbrochen. Etwas anders sind die Verhältnisse bei Phragmidium obtusum (Strauss), hier hat jede Zelle nur einen Keimporus, der aber einen das Endospor in seiner ganzen Dicke durchsetzenden Kanal darstellt. Dasselbe gibt für viele Puccinien, deren Membran auch zumeist den für Phragmidium beschriebenen Aufbau zeigt. Bei anderen Arten dieser Gattung ist vielfach nur die innere Schicht des Endospors durchbrochen oder selbst diese nicht. Die Stelle, durch welche das Promycelium bei der Keimung austritt, ist dann häufig etwas vorgewölbt (Vgl. Fig. 4). Diese beiden letzteren Fälle kann man übrigens an einem und demselben Material zugleich beobachten, so z. B. bei Puccinia Tanaceti DC., Puccinia Asteris Duby u. a. Hinsichtlich der Keimporen bemerkt De Bary (Vgl. Morph. u. Biol. der Pilze p. 109): »Die in den Teleutosporen derselben Genera — Puccinia und Uromyces — befindlichen sind, soweit es entschieden werden konnte, Tüpfel im Epispor, welche jedoch dieses nicht bis in seine äussersten Schichten durchbrechen; auf der Innenseite scheinen sie durch das undurchbrochene Endosporium geschlossen zu sein«. Man vergesse nicht, dass hier zum Epispor die Aussenschicht des Endospors gerechnet ist. Den Fall, dass diese letztere allein durchbrochen ist, habe ich nie beobachtet, sondern immer fand ich mit ihr zugleich die Innenschicht des Endospors von dem Porus durchsetzt. Man muss sich übrigens bei diesen Beobachtungen vor einer leicht möglichen Täuschung hüten und beachten, dass man die hintere Umgrenzung des Porus mitsieht, wenn man denselben von der Seite her betrachtet (vergl. Fig. 5). Bei Pucciniaarten mit nur dünnem Endospor lässt dieses entweder gar nicht oder nur schwer zwei Schichten erkennen. Im letzteren Falle ist die Innenschicht häufig am Rande des Porus nach aussen gebogen, so z. B. bei Puccinia Hieracii (Schum.).

Besteht nach dem eben Gesagten, bei manchen Arten von Puccinia das Endospor nur aus einer einzigen Schicht (Beispiel Puccinia Podophylli Schw.), so tritt es uns andererseits bei gewissen Arten in besonders weitgehender Differenzirung entgegen. Dies ist der Fall bei Puccinia Asphodeli (DC.). Die Sporen dieses Pilzes besitzen zu innerst eine dünne Innenschicht, darauf folgt eine dickere Schicht von dunkel gelbbrauner Farbe, an die sich nach aussen hin eine farblose Schicht von verschiedener Dicke anschliesst (Fig. 5). In vereinzelten Fällen lässt diese auch noch eine weitere Schichtung erkennen. Diese farblose Schicht besitzt eine radialfaserige Structur, die in vielen Fällen auch ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel noch weit deutlicher sichtbar ist als in unserer Zeichnung. Durch Behandlung der Sporen mit kochender Kalilauge ebenso wie durch Anwendung von Schwefelsäure und Zerquetschen der Sporen gelang es, den gefärbten Theil derselben aus der farblosen Hülle zu befreien und diese selbst in ihre einzelnen Fasern aufzulösen. Das Exospor stellt hier, wie bei allen Puccinien, eine dünne Membran dar. Der Keimporus, der in der oberen Zelle meist eine etwas seitliche Lage hat und in der unteren der Sporenbasis bedeutend genähert ist, durchsetzt als eine wirkliche Oeffnung gewöhnlich nur die beiden inneren, gefärbten Schichten. — Einen ähnlichen Aufbau zeigen die Teleutosporen von Uropyxis Amorphae (Curt.). Hier ist aber der gefärbte Theil des Endospors nach aussen hin zunächst noch durch eine dünne Schicht einer dichteren Membransubstanz abgegrenzt. Ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel ist dieselbe wegen der sehr dunklen Färbung der Sporen schwer zu sehen sie tritt aber sehr deutlich hervor, wenn man die Sporen in verdünnter Salpetersäure bis zu einem gewissen Grade erwärmt. Der farblose Theil des Endospors, der dessen äusserste Schicht darstellt, hat die Fähigkeit in Wasser plötzlich sehr stark aufzuquellen, meist so stark, dass dadurch das Exospor gesprengt wird. — Auch bei Uromyces Trollipi Kalchbr. et Mac Owan, der auf Zygophyllum foetidum am Cap der guten Hoffnung vorkommt, ist eine solche quellbare Hülle vorhanden, die auch hier die äusserste noch vom Exosporium umschlossene Schicht des Endosporiums ist. Dieselbe zeigt denselben eigenartigen radiären Bau wie der entsprechende Theil der Sporen von Puccinia Asphodeli.

Der Besprechung dieser hochentwickelten Formen schliessen wir nun die Betrachtung derjenigen an, deren Membranbau die geringste Differenzirung aufweist, nämlich der Gattung Coleosporium. Hier ist jede Spore umkleidet mit einem einfachen Membranschlauche, der durch Querscheidewände gewöhnlich in vier Zellen getheilt ist. Die Sporen sind bedeckt und theilweise umgeben von einer gelatinösen, durchsichtigen Masse, die durch Verschleimung einer oberflächlichen Schicht der Sporenmembranen entsteht. Diese letzteren lassen einen Unterschied zwischen Exospor und Endospor gar nicht machen; hier hat nicht jede Sporenzelle ihre besondere Umhüllung wie sie das Endospor bei Phragmidium und Puccinia ist, sondern die einfache Querwand, welche zwei Zellen trennt, gehört zugleich der oberen wie der unteren von ihnen an. In diesem einfachen Bau ihrer Membran gleichen diese Sporen vollkommen den Promycelien der anderen Gattungen, man wird daher nicht fehl gehen, wenn man zwischen diesen beiderlei Gebilden nicht nur eine äussere Aehnlichkeit erblickt, sondern vielmehr die sogenannte Teleutospore von Coleosporium als ein Promycel, als eine Basidie betrachtet. In vollkommener Uebereinstimmung mit dieser Deutung steht der Umstand, dass jede Zelle durch Hervorstülpung ihrer Membran zu einem dünnen, langen Schlauche ein Sterigma bildet, auf dem nur eine Sporidie abgeschnürt wird. Es scheint diese Auffassung ferner in Einklang zu stehen mit den Anschauungen, durch welche Brefeld[1]) der Vielgestaltigkeit der Uredineen eine so einfache und natürliche Deutung gegeben hat, obwohl dieser Autor gerade in Beziehung auf die hier in Rede stehenden Verhältnisse anderer Ansicht ist. Danach sind die bekannten drei Sporenformen der Uredineen (Aecidium-, Uredo- und Teleutosporen) als Chlamydosporen aufzufassen, die eigentliche Conidienfructification dagegen stellen die Promycelien (Basidien) und die daran erzeugten Sporidien dar. Brefeld bemerkt (pag. 234), dass diese Fructification nur durch Vermittelung von Chlamydosporen zur Ausbildung komme, dass freie Basidien nicht bekannt seien. Dementsprechend sind die Sterigmen von Coleosporium als einsporige Basidien betrachtet. Nach unserer Auffassung aber würde Coleosporium thatsächlich freie Basidien ohne vorherige Chlamydosporenbildung erzeugen und somit denjenigen Typus der Uredineen darstellen, in welchem uns der ursprüngliche Charakter der Familie am klarsten entgegentritt. Zu diesem Resultate, dass Coleosporium als die primitivste Uredineengattung anzusehen sei, gelangt man auch durch Betrachtungen anderer Art; indessen würde ein Eingehen auf dieselben uns noch weiter von unserem Thema abbringen. Hervorgehoben sei aber noch, dass es gleichwohl Arten mit typisch einsporiger Basidie gibt, nämlich die von Barclay neuerdings[2])

---

1) Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie, Heft VIII.

2) A. Barclay: Descriptive list of the Uredineae occurring in the neighbourhood of Simla (Western Himalayas). Journ. of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. LIX, Pt. II, No. 2.

als Melampsora Sancti Johannis Barcl. und Melampsora Leptodermis Barcl. beschriebenen Pilzformen aus dem Himalaya. Hier sind die Sporen (Basidien?) einzellig und erzeugen bei der Keimung je ein einzelliges Sterigma mit einer Sporidie.

Den gleichen Aufbau wie bei Phragmidium mit deutlich unterscheidbarem Endospor und Exospor treffen wir, wie schon erwähnt auch in der Gattung Puccinia an, ferner bei Triphragmium, Rostrupia, Uromyces und Gymnosporangium. Die Arten der letzteren Gattung erzeugen bekanntlich zweierlei Teleutosporen, hellgefärbte oder farblose und dunkelgefärbte und zwar ist der Grad der Differenzirung beider Sporenformen für die verschiedenen Arten sehr verschieden. Bei einigen Arten, so z. B. bei Gymnosporangium juniperinum (L.) löst sich das Exospor der farblosen Sporen bei feuchtem Wetter ganz in Schleim auf, desgleichen die Stiele derselben; die dunkelgefärbten Sporen zeigen diese Quellbarkeit nicht.

Einen ganz anderen Bildungsmodus setzt der Membranbau von Chrysomyxa voraus. Hier besteht jede Spore, soweit es festgestellt werden konnte, aus einem einfachen oder verzweigten Zellschlauche mit einfacher Wandung, der durch Querwände in einzelne Zellen getheilt ist. Das Nämliche gilt anscheinend auch von Hamaspora Ellisii (Berk.), indessen lässt Hamaspora longissima (Thüm.) bei hinreichend starker Vergrösserung Exospor und Endospor mit voller Schärfe erkennen (vgl. Fig. 6).

Auch bei Melampsora erfolgt die Teleutosporenbildung nach einem anderen als dem zuerst beschriebenen Typus. Die Membran besteht zwar aus einer helleren Innenschicht und einer nur am Scheitel deutlicher hervortretenden braunen Aussenschicht aber beide sind unzweifelhaft gleichen Ursprunges, sie sind durch weitere Differenzirung aus der ursprünglichen Membran der Sporenanlage hervorgegangen. Es ist hiernach eine consequente Anwendung der Bezeichnungen »Endospor« und »Exospor« nicht einmal für alle Genera der Uredineen durchführbar. — Seitlich verschmelzen die Teleutosporen von Melampsora mit ihrer äusseren Schicht zu den für diese Gattung charakteristischen krustenförmigen Lagern. Aehnliche Verhältnisse weisen Cronartium und Ravenelia auf. —

Was den Membranbau der Uredosporen anlangt, so liegen hier die Verhältnisse, entsprechend der geringeren Mannigfaltigkeit der Formen, weit einfacher. Exospor und Endospor sind auch hier meist deutlich erkennbar, ersteres ist dünn, ausgenommen bei Chrysomyxa und Coleosporium, und auch das Endospor ist meist wenig verdickt und dann einschichtig. In manchen Fällen besteht aber das Endospor wieder aus zwei Schichten. Verhältnissmässig selten sind diese beiden Schichten im ganzen Umfang der Spore gleichmässig ausgebildet, wie z. B. bei der Uredo von Puccinia insueta Wint., bei der die Aussenschicht des Endosporiums in Wasser stark aufquillt; öfter ist diese Aussenschicht nach den Seiten hin von geringer Mächtigkeit und nur am Scheitel kappenförmig verdickt; so bei Puccinia bullata (Pers.) (Fig. 7). Manchmal trifft man auch bei einer und derselben Art neben Uredosporen mit einschichtigem Endospor vereinzelt solche mit zweischichtigem; dies ist der Fall bei Puccinia Hieracii (Schum.). — Das Endospor stellt selbst dann, wenn es einschichtig und dünn ist, nicht immer eine homogene Membran dar, oft erscheint es im optischen Durchschnitt aus matteren und helleren Theilen zusammengesetzt: stärker lichtbrechende Stellen sind in einer weniger dichten Grundmasse gleichmässig vertheilt und treten besonders an jüngeren Sporen nach aussen und innen oft sehr deutlich hervor (vgl. Fig. 8).

Einen von allen übrigen Uredoformen sehr abweichenden Bau zeigt die Membran der Uredo sämmtlicher Arten von Coleosporium und Chrysomyxa, ebenso diejenige von Uredo ledicola Pk. (richtiger Caeoma ledicola), die wie Caeoma Empetri (Pers.) höchst wahrscheinlich auch zu einer Chrysomyxa gehört, und endlich diejenige von Melampsora (?) Leptodermis Barcl., d. i. also bei allen Uredoformen, deren Sporen reihenweise gebildet werden. Auch Melampsora Sancti Johannis Barcl. schnürt allerdings die als Uredo beschriebenen Sporen reihenweise ab, doch kann ich über diese Pilzform nicht aus eigener Anschauung berichten; wegen der damit zugleich auftretenden Spermogonien ist dieselbe möglicherweise als Aecidiumgeneration jenes Pilzes zu betrachten. — Die genannten Uredoformen zeigen die von Reess, De Bary u. A. für gewisse Aecidiosporen beschriebene Stäbchenstructur. In eine weniger dichte Grundsubstanz des Exosporiums sind radial gestellte dichtere Stäbchen eingebettet, deren frei nach aussen hervorragende Enden die warzige Beschaffenheit der Oberfläche solcher Sporen bedingen. Mit der Reife der Sporen tritt die Grundsubstanz mehr oder weniger zurück, so dass die Stäbchen bei manchen Arten nur noch an ihrer Basis durch das Bindemittel vereinigt sind, nach aussen aber als Stacheln frei hervorragen. Durch Verschieben des Deckglases lösen sich diese Stäbchen leicht von der Sporenmembran und schwimmen in Menge frei im Präparate umher. Uebt man zugleich einen mässigen Druck auf das Deckgläschen aus, so wird dadurch das Exospor gesprengt und der Sporeninhalt sammt dem dünnen Endospor löst sich aus der äusseren Umhüllung heraus.

Derselben Structur der Membran und zugleich der Eigenthümlichkeit, dass sich das Exospor durch blossen Druck vom Endospor ablöst, begegnet man wieder bei den Sporen sämmtlicher auf Coniferen vorkommenden Aecidien, bei Aecidium conorum Piceae Rees nur mit der Modification, dass anstatt prismatischer Stäbchen das Exospor grössere parallelepipedische Felder mit nach aussen abgerundeter Oberfläche aufweist (vgl. Fig. 9). Bei Aecidium Thomsoni Berk., das die Stäbchenstructur sehr schön zeigt, tritt die Grundsubstanz des Exospors auch im Reifezustande nicht zurück.

Beachtet man nun, dass zu den Coleosporium- und Chrysomyxaarten, soweit ihr Entwickelungsgang vollständig bekannt ist, coniferenbewohnende Aecidien gehören und dass auch für die unvollständig bekannten Arten dieser Gattungen das Nämliche sehr wahrscheinlich ist, so enthalten die angeführten Thatsachen einen deutlichen Fingerzeig für die Werthbestimmung jener Uredoformen: ontogenetisch betrachtet stellt die Uredo von Chrysomyxa und Coleosporium lediglich eine Repetition der Aecidiumgeneration dar und ist daher in dieser Hinsicht den Uredoformen anderer Genera keineswegs äquivalent, wenn sie auch biologisch die gleiche Bedeutung hat.

Gegenwärtig sind freilich die Uredoformen dieser Pilze von den zugehörigen Aecidien anscheinend recht verschieden, gleichwohl sind die Verschiedenheiten secundärer Art und nicht geeignet, einen stichhaltigen Einwand gegen die obige Auffassung zu begründen. Dieselben bestehen erstens in morphologischen Verschiedenheiten der zusammengehörigen Aecidium- und Uredosporen selbst, zweitens in dem Besitze resp. Mangel einer Pseudoperidie, und drittens darin, dass den Aecidien Spermogonien vorangehen, die der Uredogeneration fehlen. Was den ersten Punkt anbetrifft, so kann es nicht Wunder nehmen, dass eine und dieselbe Pilzform sich im Laufe der Zeit auf so weit von einander verschiedenen Nährpflanzen, wie wir sie hier antreffen, in verschiedener Weise weiter entwickelte. Zudem sind diese Unterschiede äusserst geringfügige, namentlich bei Chrysomyxa Rhododendri (DC.), wo es nur bei genauer Vergleichung möglich ist, einige Verschiedenheit zwischen den Uredo- und Aecidiosporen aufzufinden. Es muss im Gegentheil auffallen, dass dieselben Unterschiede welche zwischen den Aecidiosporen von Coleosporium Senecionis (Pers.), Chrysomyxa Ledi (Alb. et Schw.) und Chrysomyxa Rhododendri (DC.) bestehen, bei deren Uredosporen noch erhalten sind, dass sie sich nicht mehr verwischt haben. Diese Unterschiede bestehen hauptsächlich darin, dass in beiden Sporenformen bei Chrysomyxa Rhododendri das Exospor dünner ist, die Stäbchen also kürzer sind und die Sporen selbst kleiner sind als bei den beiden anderen Arten. Diese zeigen einen geringeren Unterschied unter einander insofern als bei Coleosporium Senecionis die Stäbchen des Exospors nur etwas robuster sind als bei Chrysomyxa Ledi.

Das Vorhandensein einer Pseudoperidie bei den Aecidien und ihr Fehlen bei der Uredo, wodurch diese Pilzformen äusserlich ein so verschiedenes Aussehen erhalten, kann ebenfalls nicht als ein stichhaltiger Einwand gegen die oben dargelegte Auffassung betrachtet werden. Diese Schutzhülle kann ebensowohl der einen Generation verloren gegangen, als von der anderen erst erworben worden sein. Wahrscheinlicher ist die letztere von beiden Möglichkeiten, dass also die Aecidien anfangs ohne Peridie waren, der jetzigen Uredo der genannten Pilze und anderen Caeomaformen gleich, wie es ja selbst Arten von Puccinia gibt, deren Aecidium einer solchen Hülle entbehrt (Puccinia Kraussiana Cke. und Puccinia Prainiana Barcl. in litt., beide auf Smilax). — Auch dem Vorhandensein resp. Fehlen der Spermogonien muss jegliche Bedeutung bei der Entscheidung dieser Frage abgesprochen werden. Man hat sich allerdings wegen ihres regelmässigen Auftretens vor den Aecidien beinahe daran gewöhnt, die Spermogonien als einen integrirenden Bestandtheil der Aecidienentwickelung anzusehen; in Wirklichkeit sind sie nichts als eine — gleichviel ob entwickelungsfähige oder bedeutungslose — Conidiengeneration, die, zu Anfang des Entwickelungscyklus auftretend ebensogut jeder anderen Generation, den Uredosporen wie den Teleutosporen vorangehen kann. Wir brauchen nur zu erinnern an die Brachypuccinien und Brachyuromyces wie Puccinia suaveolens (Pers.), Puccinia Hieracii (Schum.), Puccinia Oreoselini (Str.), Puccinia bullata (Pers.), Puccinia Collettiana Barcl., Uromyces Terebinthi (DC.) u. a., ferner an solche Arten wie Puccinia fusca (Relh.), Uromyces effusus (Pk.), wo nur Teleutosporen mit vorangehenden Spermogonien gebildet werden. Für die Aecidien, die bei denjenigen Arten, wo sie überhaupt gebildet werden, in der Regel am Anfange der Entwickelung in der neuen Vegetationsperiode stehen, ist ihr Vorhandensein allerdings typisch geworden. Aber eben so regelmässig sehen wir bei Puccinia suaveolens u. a. die Spermogonien vor der ersten Uredogeneration erscheinen, während die aus dieser primären Uredo entwickelten secundären Uredolager ohne Spermogonien auftreten. Der Unterschied zwischen dieser Entwickelungsweise und der von uns behaupteten Repetition der Aecidiumgeneration bei Chrysomyxa und Coleosporium beruht lediglich darin, dass im letzteren Falle die Entwickelung nicht eine autöcische, sondern eine heteröcische ist und dass dadurch die Veranlassung zu morphologischer Differenzirung einer und derselben Sporenform auf den verschiedenen Nährpflanzen gegeben war. —

Dasjenige, was oben über die Membran der Uredosporen im Allgemeinen gesagt ist, findet auch auf die Aecidiosporen Anwendung. Hier ist aber die Membran meist zarter und dann einfach, ohne Differenzirung von Exospor und Endospor.

Es erübrigt noch, die bei der Besprechung von Phragmidium und Puccinia gemachten Bemerkungen über die Keimporen zu vervollständigen und dann noch einige andere Punkte kurz zu erörtern. Ueberall wo vorgebildete Keimporen vorhanden sind, bei Teleutosporen, Uredosporen und den Aecidiosporen der Gymnosporangium-Arten, sind sie Löcher, welche das Endospor, bezüglich die innerste Schicht derselben durchsetzen. Keine Keimporen sind vorhanden in den Teleutosporen von Melampsora[1]) und den verwandten Gattungen, sowie von Cronartium,

---

[1]) Tulasne gibt allerdings für Melampsora Helioscopiae (Pers.) das Vorhandensein eines Keimporus an. Ich kann diese Angabe aber nicht bestätigen.

Ravenelria und Endophyllum. Bei Chrysomyxa soll nach Plowrights Angabe (British Uredineae p. 41) in jeder Zelle ein Keimporus vorhanden sein; an ungekeimten Sporen ist derselbe nicht sichtbar. Bei Coleosporium ist von Keimporen eben so wenig die Rede als von einem Promycel. Von den Uredosporen scheinen nur diejenigen der Gattungen Uromyces und Puccinia, von den Aecidiosporen diejenigen von Gymnosporangium vorgebildete sichtbare Keimporen zu haben.

Die Unebenheiten, welche die Membran so vieler Uredineen in Form von Warzen, Stacheln u. s. w. aufweist, gehören zum Theil dem Exospor ausschliesslich an, zum Theil ist aber an ihrem Aufbau auch das Endospor betheiligt. Die feinen Stacheln, welche die Uredosporen der meisten Arten besitzen, sind Spitzen, die dem Exospor äusserlich aufgesetzt sind. Die derben kegelförmig-stacheligen Gebilde, die bei manchen Uredoformen angetroffen werden, z. B. bei derjenigen von Puccinia insueta Wint., sind Fortsätze des Endosporiums, die von dem Exospor gleichmässig überzogen sind, also nicht locale Verdickungen des letzteren. Dasselbe gilt auch von den mehr oder weniger kräftig ausgebildeten Warzen auf der Sporenoberfläche vieler Arten von Uromyces, Puccinia, Phragmidium und Triphragmium, ebenso von den kräftigen Stacheln, die bei Puccinia Prostii (Moug.), Puccinia Podophylli Schw. (Fig. 10) und Triphragmium echinatum Lév. vorhanden sind, desgleichen von den fingerförmigen Fortsätzen am Scheitel von Puccinia coronata Cda. (vergl. Fig. 11) und Puccinia Mesnieriana Thüm. (= Puccinia digitata Ell. et Hark.) sowie von den ankerförmigen Anhängseln von Triphragmium clavellosum Berk. und allen sonstigen derartigen Gebilden.

Hinsichtlich der Sporenfärbung sei bemerkt, dass die Farbstoffe ihren Sitz vorzugsweise im Endospor haben und zwar bei Sporen mit dicken Membranen in der dicken Aussenschicht des Endospors. Das Exospor ist dann farblos. Bei Arten mit dünner Sporenmembran kommt es häufig vor, dass Endospor und Exospor beide gefärbt sind. Dies ist der Fall bei den Uredo- und Teleutosporen von Puccinia Hieracii (Schum.) u. v. a. Ueber die Farbstoffe selbst wird der folgende Abschnitt einige Angaben enthalten.

Ueber die Färbung der Uredineensporen.

Folgende zwei Fragen sollen in diesem Kapitel einer näheren Prüfung unterzogen werden:

1. Welche Bedeutung hat die braune Färbung der Sporenmembran der Uredineen für dieselben, und

2. Ist die verschiedene Färbung auf verschiedene Pigmente zurückzuführen und wie lassen sich dieselben unterscheiden? —

Die Intensität der Färbung ist bei den verschiedenen Arten eine sehr verschiedene, von farblosen Membranen kommen alle Zwischenstufen vor bis zu Membranen, die nur bei heller Beleuchtung schwach durchscheinend sind. Farblos sind die Membranen der Aecidiosporen bei fast allen Arten, welche Aecidien bilden; nur ihr Zellinhalt ist es, der diesen Sporen ihr orangegelbes Aussehen verleiht. Eine Ausnahme bilden die nachher zu besprechenden Aecidiosporen der Gattung Gymnosporangium. Farblos sind ferner die Membranen der Uredosporen bei denjenigen Arten, deren Uredolager dem blossen Auge gelb oder orangeroth erscheinen. Auch die Membranen der Teleutosporen sind in manchen Fällen völlig farblos, so z. B. bei Phragmidium albidum (Kühn) und den Coleosporiumarten. Sehr blass ist ferner die Färbung der Teleutosporen sämmtlicher Chrysomyxa- und Cronartiumarten, von Hamaspora longissima (Thüm.) und Hamaspora Ellisii (Berk.), Puccinia Cerasi (Béren.), Puccinia evadens Harkn., Puccinia aurea Wint., Puccinia Kraussiana Cke., Puccinia Prainiana Barkl. u. a. Es ist nun auffallend und jedenfalls nicht zufällig, dass bei allen den genannten Arten, obwohl sie nicht dem Leptotypus angehören, die Teleutosporen sofort nach erfolgter Reife keimen, ohne eine Ruhepause durchzumachen, wie dies auch bei den Aecidiosporen und Uredosporen der Fall ist. Berücksichtigt man noch, dass unter den Leptoformen die durch eine besonders energische Neigung zu sofortiger Keimung auffallenden Arten wie Puccinia Thlaspeos Schubert, Puccinia grisea (Strauss), Puccinia annularis (Strauss), Puccinia aecidiiformis Thüm., Puccinia exanthematica Mac Ow. und viele andere, auch erheblich heller gefärbt sind als diejenigen, bei denen die Neigung zu sofortiger Keimung weniger stark ausgeprägt ist, so gelangt man zu dem Schlusse, dass bei den dunkelgefärbten Sporen lediglich die stärkere Anhäufung des braunen Pigmentes die Keimung zurückhalte, derselben einen gewissen Widerstand entgegensetze. In jugendlichen Stadien ist die noch farblose Membran weich, elastisch, ihre Härte erlangt sie erst durch die späterhin eintretende Bräunung. In Bezug auf die Teleutosporenmembran von Phragmidium subcorticium (Schrnk.) sagt J. Müller (Die Rostp. der Rosa- und Rubusarten p. 11): »Mit der endlich noch eintretenden Bräunung . . . ist eine Erhärtung und vollständige Sprödigkeit derselben verbunden. Diesen erhärteten Zustand der Spore kann man nach De Bary mit Sklerose bezeichnen und man kann von sklerotischen Membranen sprechen.« Zugleich werden durch diese Erhärtung die Sporen widerstandsfähiger gegen äussere, namentlich meteorologische Einflüsse, es dient sonach ihre braune Färbung den Sporen nicht nur der Rostpilze, sondern auch anderer Pilze als ein Schutzmittel, das sie befähigt, den zerstörenden Einflüssen zu grosser Nässe, Trockenheit, Wärme u. s. w. Widerstand zu leisten.

Diese Ansicht hat bereits E. Bachmann in einer Abhandlung über nichtkrystallisierte Flechtenfarbstoffe (Pringsheims Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XXI, Heft 1) in Bezug auf die Pigmente der flechtenbildenden Pilze ausgesprochen. »Am augenscheinlichsten«, schreibt derselbe a. a. O. S. 15, »ist dies bei dem verbreitetsten aller nichtkrystallisierten Flechtenfarbstoffe dem braunen nämlich, welcher aus der Rinde vieler Laubflechten bekannt ist, aber auch im Thallus und Apothecium der Flechten aller anderen Ordnungen auftritt. Derselbe verleiht nämlich den Membranen eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen chemische Reagentien. Je dunkler die Zellwände aussehen, d. h. je reichlicher sie mit dem betreffenden Farbstoff imprägniert sind, desto schwerer werden sie von starken Säuren und Basen angegriffen, oder umso konzentrierter müssen die genannten Flüssigkeiten sein, wenn sie die gefärbten Flechtentheile zerstören sollen. Es ist wohl nicht zu weit gegangen, wenn ich annehme, dass derartig ausgerüstete Membranen auch den zerstörenden Einflüssen der Luft, der atmosphärischen Niederschläge, der Bodenfeuchtigkeit und der Fäulnissorganismen besser zu widerstehen vermögen, als wenn sie farblos wären«.

Es ist nun von Interesse — und die Uredineen bilden ein hierzu besonders geeignetes Objekt —, die Bestätigung dieser Ansicht im Einzelnen weiter zu verfolgen. Es ist oben hervorgehoben worden, dass die Aecidien von Gymnosporangium ein von anderen Aecidien abweichendes Verhalten zeigen insofern nämlich, als ihre Sporen gelbbraun gefärbt sind. Sie gleichen darin den Uredosporen vieler anderen Rostpilze, mit denen sie auch noch darin übereinstimmen, dass ihre Membran eine Anzahl deutlich sichtbarer Keimporen besitzt. Allerdings haben auch die Aecidiosporen anderer Arten Keimporen, aber dieselben sind ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel nicht sichtbar und treten nur bei der Keimung einigermassen hervor. Es ergab sich nun, dass die braunen Membranen der Aecidiosporen von Gymnosporangium juniperinum von konzentrierter Schwefelsäure weit langsamer zerstört werden als die farblosen Sporenhäute verschiedener Aecidiosporen und Uredosporen z. B. derer von Pucc. coronata und Phragmidium Potentillae. Dasselbe Verhalten zeigten auch die Aecidiosporen anderer Gymnosporangiumarten. Die grössere Widerstandsfähigkeit der Membranen dürfte in engstem Zusammenhange stehen mit der Entwickelungsweise der Gymnosporangien. Da nämlich dieselben ihre Teleutosporen zu derselben Zeit entwickeln, in welcher andere Arten ihre Aecidien bilden, so fällt die Reife der Roesteliaformen in eine Jahreszeit, in welcher die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft ihrer Keimung und weiteren Entwickelung oft wenig günstig sind. Eine Verlängerung der Keimfähigkeitsdauer gegenüber anderen Arten, und eine dieselbe bedingende grössere Festigkeit der Sporenmembran ist sonach für diese Aecidiosporen von demselben Vorteile wie für die Uredosporen anderer Rostpilze, deren Uredoentwickelung meist gerade zu derselben Jahreszeit den Höhepunkt erreicht, wie die Aecidienbildung von Gymnosporangium.

Besonders deutlich tritt ferner die Bedeutung der Membranfärbung bei denjenigen Arten zu Tage, die wie Puccinia Glechomatis DC., Puccinia Veronicarum DC. u. a. zweierlei Teleutosporen bilden: hellgefärbte für die sofortige Fortpflanzung und dunkelgefärbte, die erst im nächsten

Frühjahre keimen. Die letzteren bedürfen eines besonderen Schutzes, die ersteren nicht.

Es ist weiterhin zu beachten, dass alle Arten, deren Teleutosporen mit hinfälligen oder leicht von ihrer Unterlage sich loslösenden Stielen versehen sind, die daher als eine pulverige, leicht verstäubende Sporenmasse auftreten, an allen Stellen ihrer Membran gleich dunkel und meist sehr intensiv gefärbt sind; Arten aber, die, mit festen Stielen versehen, zu compacten Lagern vereinigt stehen, gewöhnlich nur eine intensive Bräunung des Scheitels zeigen und gegen die Sporenbasis hin blasser gefärbt, oft nahezu farblos sind. Es lässt sich für diese Erscheinung keine andere Erklärung finden als die, dass durch das dichte Beisammenstehen und lückenlose Aneinanderschliessen der Sporen hauptsächlich oder ausschliesslich der Sporenscheitel den Unbilden der Witterung ausgesetzt ist und daher eines besonderen Schutzes bedarf, während die Sporen seitlich einander gegenseitig den nöthigen Schutz gewähren. Gerade bei solchen Arten sind die am Rande befindlichen Sporen gegen aussen hin oft durch einen lückenlosen Wall dunkelbrauner Paraphysen geschützt. Beispiele hierfür sind: Uromyces Dactylidis Otth, Puccinia Rubigo-vera (DC.), Puccinia perplexans Plowr., Puccinia sessilis Schneider, Puccinia Gladioli Cast., Puccinia Allii (DC.) u. a. Bei der letzteren und namentlich bei Puccinia Sonchi (Rob.), deren Sporen durchweg, also auch am Scheitel hell gefärbt sind, sind die Paraphysen mit ihrem oberen Ende vom Rande der Häufchen aus so stark nach innen gebogen, dass sie über den Sporenlagern meist zusammenschliessend ein festes Gehäuse um dieselben bilden. Bei diesen Arten sind die Sporenlager sehr klein und enthalten nur wenige Sporen, da sie aber nie einzeln auftreten, sondern immer in grösserer Anzahl beisammen dicht gedrängt stehen, so kommen jene für Puccinia Sonchi und Puccinia Allii charakteristischen pechschwarzen Krusten zu Stande, die eher eine Melampsora als eine Puccinia vermuthen lassen.

Endlich sei darauf hingewiesen, dass bei Arten mit stark verdickter Scheitelmembran oberhalb des die innerste Schicht des Endospors durchsetzenden Keimporus oft eine kegelförmig nach aussen erweiterte Stelle von hellerer Färbung zu sehen ist — offenbar eine Einrichtung, durch welche ein leichteres Hindurchdringen des Promycels ermöglicht wird. Auch bei den Phragmidien ist, wie schon oben erwähnt wurde, eine solche hellere Stelle über den Keimporen mitunter schon ohne Anwendung von Reagentien sichtbar. Dass durch conzentrierte Schwefelsäure diese helleren Stellen leichter zerstört werden, also weniger widerstandsfähig sind als die übrigen Theile der Membran, hat bereits Tulasne angegeben.

Es entsteht nun die Frage, ob die Membranfärbung der Rostpilzsporen durch ein einziges oder durch mehrere Pigmente verursacht wird. Die zum Theil recht verschiedene Färbung lässt das letztere vermuthen, und die bis jetzt in dieser Hinsicht vom Verfasser unternommenen Versuche haben ergeben, dass in der That zwei Farbstoffe von verschiedenem chemischen Verhalten sich nachweisen lassen. Eine eingehende chemische Untersuchung der Farbstoffe selbst, die füglich besser von Seiten eines Fachchemikers unternommen wird, wird hier nicht gegeben, dieselbe lag auch dem Plane dieser Arbeit zunächst fern; vielmehr soll nur das Vorkommen verschiedener Pigmente überhaupt constatiert werden.

Einen sehr verbreiteten, wie wir nachher sehen werden in allen Uredineensporen mit gefärbten Membranen vorkommenden Farbstoff enthalten die Teleutosporen von Puccinia Hieracii (Schum.). In Salpetersäure und Schwefelsäure hellt sich die kastanienbraune Färbung derselben auf und wird lebhaft rothbraun. Bei Arten, deren Exospor durch conzentrierte Schwefelsäure zerstört wird, wie bei den Phragmidiumarten, wird auch die äussere, dicke Schicht des Endospors mehr oder weniger zerstört, die Zellinhalte treten vielfach aus, und man erhält auf diese Weise keinen klaren Eindruck über die Wirkung, welches dieses Reagens in Bezug auf die Membranfärbung hervorbringt. In diesem Falle bewirkt aber verdünnte Schwefelsäure genau dieselbe Veränderung, welche die conzentrierte Säure an anderen Arten hervorbringt. Nach zwölfstündiger Einwirkung ist die Färbung nicht mehr rothbraun, sondern lebhaft gelbbraun. Conzentrierte Salpetersäure löst bei länger andauernder Einwirkung den Farbstoff und verändert ihn zugleich, Sporen und Lösungsmittel erscheinen dann blassgelb. Kalilauge verursacht kaum eine nennenswerthe Veränderung, dasselbe gilt auch von Phosphorsäure, Essigsäure, Essigäther, Schwefeläther, Chlorwasser, Ammoniak. Terpentinöl wirkt nur aufhellend. Es verhalten sich übrigens die verschiedenen Arten je nach ihrer ursprünglichen Färbung etwas verschieden. Solche Arten, die von vornherein eine blasse Färbung haben, lassen nach Einwirkung von Salpetersäure kaum einen röthlichen Ton wahrnehmen. Derselbe tritt aber hervor, wenn die Sporen im Präparate nicht vereinzelt liegen, sondern womöglich in mehrfacher Schicht übereinander. Uebergiesst man von verschiedenen Arten, soweit sie nicht der zweiten zu besprechenden Gruppe angehören, ein grösseres Sporenquantum je in einem Reagensglase mit Salpetersäure, so erhält man nach mehreren Tagen sehr übereinstimmend gefärbte glänzend bernsteingelbe Auszüge. In Wasser löst sich der Farbstoff dieser Arten nicht, auch nicht in kochendem.

Gefunden wurde dieser Farbstoff in den Aecidiosporen von Gymnosporangium, den braungefärbten Uredosporen (eine einzige Ausnahme, Puccinia vexans, wird unten zu erwähnen sein), sowie in den Teleutosporen und etwa vohandenen braunen Paraphysen der folgenden Arten:

Uromyces Ornithogali (Wallr.)
» Erythronii (DC.)
» Veratri (DC.)
» Acetosae Schröt.

Uromyces Euphorbiae (Schw.)
» tuberculatus (Fuck.)
» scutellatus (Schrnk.)
» excavatus (DC.)

Uromyces Ficariae (Schum.)
» Geranii (DC.)
» Terebinthi (DC.)
» Pisi (Pers.)
» Anthyllidis (Grew.)
» Genistae tinctoriae (Pers.)
» Primulae integrifoliae (DC.)
» Solidaginis Niesl.
» Rudbeckiae Arth. et Holw.
Puccinia Asphodeli (DC.)
» Prostii (Moug.)
» Lojkajana Thüm.
» Tulipae Schröt.
» Scillae Linh.
» Liliacearum Duby.
» Kraussiana Cke.
» oblongata Lk.
» obscura Schröt.
» Iridis (DC.)
» Caricis (Schum.)
» silvatica Schröt.
» Phragmitis (Schum.) 1)
» Moliniae Tul.
» Arenariae (Schum.)
» mirabilissima Peck.
» Thalictri Chev.
Phragmidium carbonarium (Schlechtd.)
» violaceum (Schultz)
» Rubi (Pers.)
» subcorticium (Schrnk.)
» speciosum Fries.
Triphragmium Ulmariae (Schum.)
Puccinia fusca (Relh.)
» Atragenes Hausm.
» Malvacearum Mont.
» heterospora Berk. et Curt.
» Geranii silvatici Karst.
» enormis Fuck.
» Aegopodii (Schum.)
» Oreoselini (Strauss).
» bullata (Pers.)
» Pimpinellae (Strauss).
» asarina Kze.
» Aristolochiae (DC.)
» Vossii Körn.
» Betonicae (Alb. et Schw.)
» Glechomatis DC.
» annularis (Strauss).
» aethiopica Kalchbr. et Cke.
» Menthae Pers.
» Stachydis DC.
» obtusa Schröt.
» Asteris Duby.
» Sonchi (Rob.)
» Helianthi Schw.
» Tragopogi (Pers.)
» Cirsii lanceolati Schröt.
» Hieracii (Schum.)
Gymnosporangium juniperinum (L.)
Melampsora Salicis capreae (Pers.)
» Helioscopiae (Pers.)
Ravenelia stictica Berk. et Br.

Ein anderes Verhalten als die hier aufgezählten Arten zeigt eine Anzahl Species von Puccinia und Uromyces, zu denen beispielsweise Puccinia graminis Pers. gehört. Bringt man auf einem Objektträger die Teleutosporen dieses Pilzes in Salpetersäure, so bemerkt man schon mit blossem Auge eine sofort eintretende Röthung. Die microscopische Untersuchung zeigt, dass die kastanienbraune Färbung der Sporen in eine tiefrothe übergegangen und der Farbstoff durch die Säure zum Theil ausgezogen worden ist, da das Lösungsmittel in der Umgebung der Sporen

---

1) Diese Art führen wir nur fragweise hier auf, weil sich der Farbstoff durch kochendes Wasser in geringer Menge extrahieren lässt.

sich ebenfalls röthet. Bei Sporen, welche diesen Farbstoff in geringerer Menge enthalten, wie z. B. diejenigen von Puccinia Anemones virginianae Schw., erfolgt die Reaction mit schöner rosenrother Farbe. Nach längerem Stehen nimmt die Färbung der Sporen und des Lösungsmittels einen mehr gelblichen Ton an und geht zuletzt ganz in Gelb über. Diese Farbenänderung kann man auch leicht verfolgen, indem man ein grösseres Sporenquantum in einem Reagensglase mit Salpetersäure übergiesst. Auch bei diesen Arten bewirkt die Säure schliesslich eine völlige Entfärbung der Membran.

Von den zur Untersuchung gelangten Arten enthalten die folgenden diesen in Salpetersäure mit rother Farbe austretenden Farbstoff:

Uromyces Polygoni (Pers.)
» Behenis (D C.)
» Eriogoni Ell. et Hark.
» Ixiae (Lev.?) Wint.
» inaequialtus Lasch.
» Hedysari obscuri (D C.)
» Hedysari paniculati (Schw.)
» Dactylidis Otth.*
» Junci Desm.
Puccinia graminis Pers.
» Rubigo-vera (D C.)*
» sessilis Schneid.*
» Phalaridis Plowr.*
» perplexans Plowr.
» Magnusiana Körn.
» Cesatii Schröt.
Puccinia australis Körn.
» vexans Farl.
» coronata Cda.
» Mesnieriana Thüm.
» Allii (D C.)*
» Hemerocallidis Thüm.*
» Kalchbrenneriana De-Toni*
(= Pucc. Ornithogali Kalchbr.)
» Barbeyi Magn.
» Porri (Sow.)
» Smilacis Schw.
» Gladioli Cast.
» Anemones virginianae Schw.
» Tanaceti D C.
» Polygoni Alb. et Schw.

In Uredosporen wurde dieser Farbstoff nur in einem Falle gefunden, nämlich bei der secundären, derbwandigen Uredo von Puccinia vexans Farl. (vergl. Hedwigia 1889 S. 178), die andere Uredoform dieses Pilzes enthält das vorher beschriebene Pigment, welches auch in den Uredosporen der anderen untersuchten Arten vorkommt. — Es mag ferner hervorgehoben werden, dass dieser mit Salpetersäure sich roth färbende Farbstoff immer nur in den Teleutosporen vorkommt, nicht aber auch in den diese Sporenlager umgebenden Paraphysen, die bei den oben durch ein * bezeichneten Arten vorhanden sind.

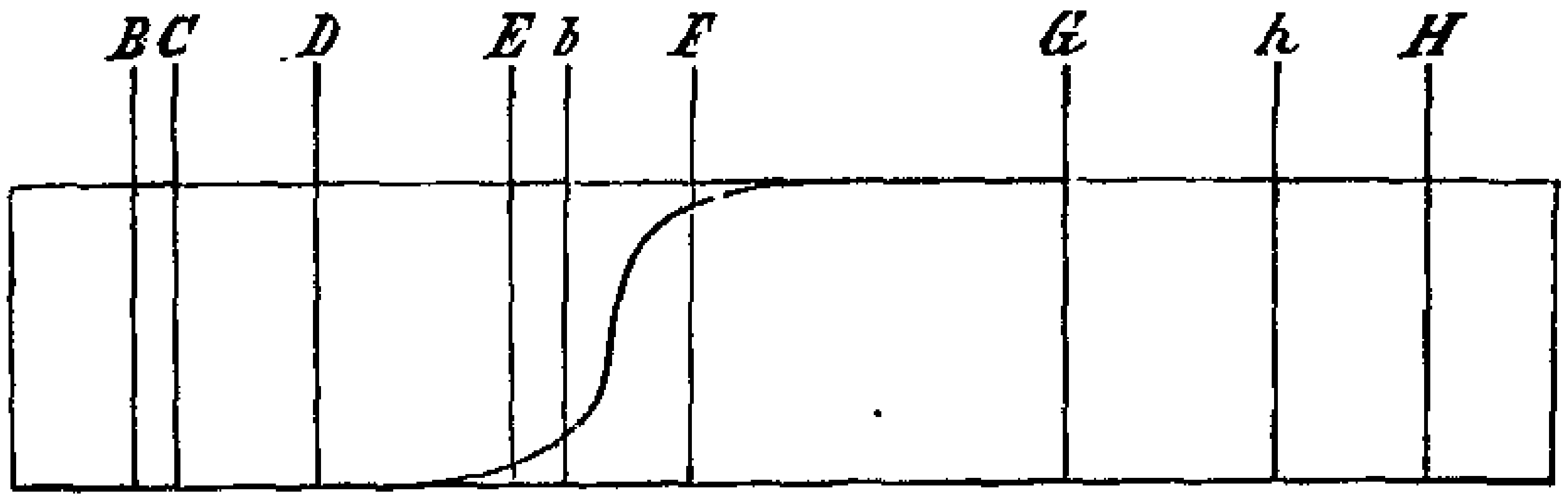
Mit concentrierter Schwefelsäure giebt dieser Farbstoff, indem er zugleich in Lösung geht, eine violette Reaction, mit verdünnter Schwefelsäure erfolgt ein rothgelber, mit Salzsäure ein rother Auszug, in Kalilauge geht die kastanienbraune Färbung der Sporen in eine trüb gelbbraune über, der Farbstoff geht aber nicht in Lösung. Durch Alkohol wird er in geringer Menge, durch kaltes Wasser reichlicher extrahiert, in kochendem Wasser ist er leicht löslich, es ist daher die Möglichkeit gegeben, die chemischen Eigenschaften dieses Pigmentes weiter zu erforschen, worauf wir hierdurch aufmerksam machen wollten [1]. Der wässerige Auszug, den man nach zwei bis drei Stunden erhält, wenn man ein grösseres Sporenquantum von Puccinia Graminis oder Uromyces Polygoni oder einer anderen in grösserer Menge leicht zu beschaffenden Art mit Wasser häufig umschüttelt, hat eine weingelbe Färbung. Dieselbe tritt bei Anwendung heissen Wassers sofort ein. Nach längerem Kochen erhält man einen braungelben Auszug, dessen Färbung unter dem Einflusse des Tageslichtes sich nicht ändert, sondern nach einem Jahre noch die gleiche war wie vorher.

Bei der Herstellung eines solchen Auszuges macht man nun leicht die Bemerkung, dass die Sporen durch das Kochen ihre dunkle Färbung keineswegs verlieren. Dies tritt auch dann nicht ein, wenn man das zum erstmaligen Abkochen benutzte Wasser abgiesst und durch neues ersetzt, mit diesem dann ebenso verfährt u. s. f. Beim fünften Aufguss wird man bereits kaum noch eine Spur von Gelbfärbung erhalten, gleichwohl erscheinen die Sporen macroscopisch wie microscopisch kaum etwas heller. Es ist aber eine deutlich nachweisbare Aenderung in dem Ton der Färbung eingetreten, dieselbe ist nicht mehr dunkel kastanienbraun, sondern rehbraun. Eben so leicht wie durch microscopische Betrachtung überzeugt man sich hiervon auf folgende Weise. Man bringt auf einen Objectträger in zwei Wassertropfen neben einander gekochte und ungekochte Sporen, die man durch Verschiebung der Deckgläschen möglichst gleichmässig vertheilt. Auf einer weissen Unterlage erkennt man dann sofort die Verschiedenheit der Färbung.

Es enthalten sonach die oben genannten Arten in ihrer Membran zwei verschiedene Farbstoffe, einen in Wasser löslichen und einen zweiten, der durch Wasser nicht ausgezogen werden kann. Das erstere Pigment ist es, welches die für diese Gruppe characteristische Salpetersäurereaction bedingt. Sporen von Pucc. graminis, aus welchen durch neunmal wiederholtes Kochen der eine Farbstoff möglichst vollständig extrahiert worden war, nahmen in Salpetersäure eine rothbraune Farbe an, wie etwa diejenigen von Puccinia Glechomatis D C., es traten sogar noch Spuren einer ziegelrothen Färbung auf, aber es erfolgte kein Austreten des Farbstoffes aus den Sporen.

---

1) Nur hinsichtlich des optischen Verhaltens sei Folgendes bemerkt. Der wässerige Auszug lässt in einer ca. 12 cm dicken Schicht die rothen und gelben Lichtstrahlen ungeschwächt durchgehen, im Grün beginnt bereits vor der Linie *E* eine sehr schwache Absorption, die zwischen *E* und *b* deutlicher wird, jenseits der Linie *b* stark zunimmt und bei $^1/_3$ *bF* fast vollständig wird. Die beigegebene Zeichnung mag dies kurz erläutern.



Der nach dem Auskochen in den Sporen zurückbleibende Farbstoff zeigt dasselbe Verhalten gegen chemische Reagentien, wie der oben zuerst behandelte, er ist also mit diesem identisch. Man gelangt daher zu folgendem Ergebnisse. Alle braunen Sporenmembranen der Uredineen und die bei manchen Arten vorhandenen braunen Paraphysen enthalten einen in Wasser nicht löslichen Farbstoff, daneben kommt in den Teleutosporen, in ganz seltenen Fällen auch in den Uredosporen gewisser Arten von Uromyces und Puccinia, noch ein durch Wasser ausziehbares Pigment vor, welches durch sein anderes chemisches Verhalten von dem ersteren deutlich unterschieden ist. Bei Arten anderer Gattungen als der beiden genannten scheint dieses letztere Pigment nicht vorzukommen, ebensowenig findet es sich in den Paraphysen, selbst bei denjenigen Arten, welche diesen Farbstoff in ihren Sporen enthalten.

Bei einer vergleichenden Durchsicht der beiden obigen Listen kann man noch folgende Bemerkungen machen. 1) Der durch Wasser ausziehbare Farbstoff kommt nur bei Arten vor, deren Teleutosporen der Nährpflanze fest anhaften, sei es nun, dass sie sehr feste Stiele besitzen oder auch nach der Reife von der Epidermis bis zum nächsten Frühjahre bedeckt bleiben. Das Vorkommen jenes Pigmentes steht also augenscheinlich zu den biologischen Verhältnissen in Beziehung. — 2) Verwandte Arten zeigen die nämliche Reaction. Als Beispiele seien hervorgehoben Puccinia coronata Cda. und Puccinia Mesnieriana Thüm. (= Pucc. digitata Ell. et Hark.), ferner die auf Liliaceen vorkommenden Arten von Puccinia, von denen diejenigen, deren Teleutosporen keulenförmig sind (P. Allii, P. Hemerocallidis, P. Kalchbrenneriana, P. Porri), in der zweiten Liste angetroffen werden, wohingegen die Arten mit elliptischen, leicht loslösbaren Teleutosporen, deren Verwandtschaft auch in der beträchtlichen Grösse ihrer Sporen zum Ausdrucke kommt (P. Asphodeli, P. Prostii, P. Lojkajana, P. Tulipae, P. Scillae, P. Liliacearum), in der Liste I zu finden sind. — 3) Man kann ferner das Verhalten gegen chemische Reagentien, besonders die characteristische Salpetersäurereaction unter Umständen sogar zur Unterscheidung schwer unterscheidbarer Arten heranziehen. In dieser Hinsicht sei auf Puccinia Helianthi Sch. und Puccinia Tanaceti DC. verwiesen, die von Winter seinerzeit zu einer Species vereinigt worden sind.

Es ist noch die Frage zu beantworten, ob einer dieser Farbstoffe mit dem Parmeliabraun Bachmanns identisch ist. Es scheint dies nicht der Fall zu sein. Das Parmeliabraun ist dadurch ausgezeichnet, dass es von verdünnter Salpetersäure nach einiger Zeit heller gefärbt wird, ähnlich dem Brauneisenocker, während concentrierte Säure diese Farbenänderung augenblicklich und unter theilweiser Auflösung des Pigmentes bewirkt. Kalilauge bewirkt stets ein Dunklerwerden der gefärbten Flechtentheile mit einer Aenderung der Nuance der Farbe und zwar meist in Olivenbraun bis -grün. Eben so wenig wie diese Angaben ist diejenige über das Verhalten gegen Schwefelsäure, die in verdünntem Zustande ohne alle Wirkung auf das Parmeliabraun ist, mit den von uns gemachten Angaben über das Verhalten der beiden Uredineenfarbstoffe in Einklang zu bringen. —

Eine eigenthümliche auf die Sporenfärbung bezügliche und nur selten vorkommende Abnormität mag schliesslich hier erwähnt werden, die darin besteht, dass bei Arten mit sonst dunklen Teleutosporen die letzteren hell bleiben. Plowright giebt (British Uredineae und Ustilagineae p. 41) an, dass die braune Membranfärbung von Puccinia graminis mitunter auf den Stiel beschränkt sei, die Sporen selbst aber farblos bleiben. Er hat diese Beobachtung an britischen und australischen Exemplaren gemacht. Einen Fall ähnlicher Art kann ich von Phragmidium Potentillae angeben. Von den in den Fungi europaei unter No. 3609 zur Ausgabe gelangten Exemplaren dieser Art auf Potentilla thuringiaca (von P. Magnus im botanischen Garten zu Berlin gesammelt) hat ein Theil sehr helle Teleutosporen. Die Sporenlager sehen zimmetbraun aus, an normalen Exemplaren dagegen schwarz. Die Sporen selbst erscheinen unter dem Microscop in ihrer ganzen Ausdehnung hell bräunlichgelb anstatt dunkel kastanienbraun. Auf Altersunterschiede ist diese Erscheinung nicht zurückzuführen, da die Phragmidiumsporen sich vom Scheitel aus nach der Basis fortschreitend gleich anfangs sehr intensiv färben. Ausserdem sind alle Sporenlager eines Blattes entweder nur hell oder nur dunkel gefärbt. Nach einer mündlichen Mittheilung des Herausgebers jener Sammlung, Herrn Dr. Pazschke, zeigte der grössere Theil des zur Verteilung gelangten Materiales die abnorme Färbung. Vielleicht stammten die Blätter von verschiedenen Exemplaren der Nährpflanze her, von denen nur einzelne alle für die normale Entwickelung des Pilzes nothwendigen Bedingungen darboten.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Teleutospore von Phragmidium subcorticium in conz. Salpetersäure. Vergr. ca. 700 fach.
Fig. 2. Teleutospore von Phragmidium subcorticium in mässig verdünnter Schwefelsäure. Vergr. ca. 700 fach.
Fig. 3. Jugendliche Teleutospore von Phragmidium subcorticium. Vergr. ca. 2000fach.
Fig. 4. Spore von Puccinia Asteris. Vergr. 600 fach.
Fig. 5. Teleutospore von Puccinia Asphodeli. Vergr. 1000 fach.
Fig. 6. Gekeimte Teleutospore von Hamaspora longissima. Vergr. 600 fach.
Fig. 7. Uredospore von Puccinia bullata. Vergr. ca. 1000 fach.
Fig. 8. Jugendliche Uredospore von Phragmidium subcorticium in Salpetersäure. Vergr. ca. 1200 fach.
Fig. 9. Spore von Aecidium conorum Piceae. Vergr. 1000 fach.
Fig. 10. Teleutospore von Puccinia Podophylli.
Fig. 11. Teleutosporenscheitel von Puccinia coronata.

Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Apios tuberosa Mch.

Von

E. Loew.

(Hierzu Tafel VI.)

In einem früheren Aufsatz dieser Zeitschrift [1]) habe ich bei *Oxytropis pilosa* gewisse Eigenthümlichkeiten im Bau der Blüthenepidermis nachgewiesen, die in deutlicher Beziehung zu der mechanischen Ausrüstung der betreffenden Blüthentheile und deren Inanspruchnahme beim Bestäubungsvorgange stehen. Die Frage lag nahe, wie in dieser Hinsicht sich andere Papilionaceenblüthen verhalten möchten, da kaum anzunehmen ist, dass die bei jener Art gefundene auffallend starke Ausstattung bestimmter Flügel- und Schiffchentheile mit specifisch mechanischen Zellformen isoliert auftreten sollte. Bevor durch vergleichende Untersuchung zahlreicher Papilionaceen diese Frage erledigt wird, schien es mir wichtig, zunächst solche Schmetterlingsblumen in's Auge zu fassen, bei welchen die zur Bestäubung dienende Blüthenconstruction von der bei *Oxytropis* gänzlich abweicht und vor allem die bei dieser Gattung vorhandene Zapfenverbindung zwischen Flügel und Schiffchen fehlt. Ist die von mir den mechanischen Zellen der Oxytropisblüthe beigelegte Deutung richtig, so müssen derartige Zellformen in denjenigen Fällen fehlen oder wenigstens modificiert auftreten, in welchen bei der Benutzung von Flügel und Schiffchen von Seiten des Blumenbesuchers Zug- und Druckkräfte in Folge abweichender Blüthenconstruction gar nicht oder nur in schwächerem Grade zur Wirkung gelangen. Eine derartig construierte Blüthe fand ich bei der nordamerikanischen *Apios tuberosa* Mch., von welcher mir lebendes Material durch die Güte des Kgl. Hofgärtners Herrn Reuter auf der Pfaueninsel bei Potsdam zu Gebote stand.

Zunächst will ich die bisher [2]), wie es scheint, nicht genauer untersuchte Blütheneinrichtung genannter Pflanze beschreiben, um dann erst auf die in Frage kommenden anatomischen Verhältnisse einzugehen.

Die in dichten Trauben stehenden Blüthen von *Apios* sind braunpurpurn gefärbt und verbreiten einen süsslichen Geruch, den Asa Gray [3]) mit dem von Veilchen vergleicht. Der c. 4 mm hohe, hellgrüne Kelch (Fig. 1 bei *k*) ist lippenförmig, indem der nach unten gerichtete Kelch-

---

1) Flora 1891. Heft 1. p. 83—90.

2) Die Arbeit von Förste (The Nectar-Glands of Apios tuberosa. Bulletin of the Torrey Botanical Club XI. New-York 1884) ist mir nur nach einem Referat im Botanischen Jahresbericht (1884. I. p. 674) bekannt, aus welchem nicht hervorgeht, wieweit der Autor die biologischen Eigenthümlichkeiten der Apiosblüthe erörtert.

3) Manual of the Botany of the Northern United States. 5. Edit. p. 140.

zahn die übrigen an Länge bedeutend übertrifft. Auffallend erscheint zunächst die Form und Ausbildung des Vexillum; der Nagelteil desselben (Fig. 4 bei *ng*) ist sehr kurz (c. 1 mm lang), die Platte beiderseits stark verbreitert (grösste Breite c. 12 mm bei einer Länge von 11 mm) und an der Spitze mit einer eigenthümlichen Einschnürung (Fig. 1 und Fig. 3 bei *e*) versehen, durch welche eine Art von Kapuze zum Festhalten des kreisförmig nach oben gebogenen, schmalen Schiffchens (Fig. 1 und Fig. 2 bei *sch*) gebildet wird. Von der Seite betrachtet erscheint der Umriss der Fahne (Fig. 1 und Fig. 12 bei *fa*) ungefähr beilförmig mit verschmälertem, etwas gekrümmten Grunde, schwach ausgebuchtetem Rande und höckerförmiger Spitze. Im Vergleich zu anderen Schmetterlingsblüthen, wie z. B. der von *Oxytropis* ist hervorzuheben, dass bei *Apios* die Fahnenplatte sich gegen den Nageltheil und den Kelch (vergl. Fig. 2, die einen Durchschnitt der Blüthe zeigt) nicht aufwärts schlägt, sondern die Richtung derselben fortsetzt und auch die sonst häufig von dem Fahnennagel ausgeübte, mit der einer gespannten, elastischen Feder zu vergleichende Wirkung auf die Basalstücke von Flügel und Schiffchen bei der Kürze des genannten Theils wegfällt. Die Färbung an der Aussenseite des Vexillums ist mattbräunlich purpurn auf grünlichem Grunde; auf der dichtgeaderten und intensiver gefärbten Innenseite bemerkt man eine basale, grüngefärbte Stelle (Fig. 4 zwischen *ng* und *s*), nach welcher purpurne, weiterhin grün auf weissem Grunde erscheinende Längstreifen convergieren und so ein Saftmal (*s*) herstellen. Indem sich Flügel und Schiffchen (in Fig. 1 mit *fl* und *sch* bezeichnet) der Mitte dieser Saftmalstellen einfügen, entstehen rechts und links im Fahnengrunde (Fig. 3 bei *h*[1]) zwei deutlich markierte, grüne, am Rande purpurn geaderte Stellen, die dem blüthenbesuchenden Insect den Ort der Rüsseleinführung andeuten (äussere Honigzugänge).

Die verhältnissmässig kurzen und schmalen Flügel (Länge 9 mm, grösste Breite 3 mm) zeigen über dem wenig entwickelten Nagel (Fig. 5 bei *ng*) zunächst einen schmalen und langen (c. 5 mm) Grundtheil, welcher einen kurzen, umgeschlagenen Basallappen (bei *ba*) trägt und der Länge nach eingefaltet (bei *l*) erscheint. Der schmale Grundtheil geht nach der Spitze des Flügels zu in eine ungefähr löffelförmige Verbreiterung über, auf die sich die Längsfalte fortsetzt und an derem Rande eine seichte, längliche Vertiefung (bei *e*) sichtbar ist, während der Flügel im übrigen eine nach oben zu convex gekrümmte Fläche bildet. Der Aderverlauf (Fig. 6) lässt im Vergleich z. B. mit dem im gleichnamigen Theil von *Oxytropis*[1]) eine bedeutend schwächere Ausbildung der zu dem Basallappen (*ba*) gehörigen Bündelzweige[2]) erkennen. Bei Betrachtung der

---

[1]) Vgl. in meinem früheren Aufsatz Tafel II, Fig. 8.

[2]) Die Leitbündel in den Blumenblättern von *Apios* werden von einigen stark in die Länge gestreckten schlauchförmigen Elementen begleitet, die bei Behandlung

Blüthe von vorn (Fig. 3) erscheinen die Alae in ihrer natürlichen Lage am Fahnengrunde, dessen Seitenecken sich weit nach aussen schlagen, nur als unbedeutende Anhänge, deren Spitzen sich nicht wie bei der gewöhnlichen Form der Schmetterlingsblüthe über dem Schiffchen zusammenlegen, sondern schräg nach aussen divergieren. Die Verbindung der Flügel mit dem Schiffchen durch einen eingestülpten Hohlzapfen kommt bei Apios ganz in Wegfall; nur der längsgefaltete Grundtheil der Flügel, sowie ihr kurzer Basallappen umschliesst in ziemlich lockerer Weise den unteren Theil der Schiffchenbasis.

Die Ausbildung der Carina steht mit der Verkürzung und Vereinfachung der Alae in engem Zusammenhang; sie ist nämlich wie auch bei anderen, mit *Apios* verwandten Phaseoleen (*Phaseolus*, *Clitoria*, *Rhynchosia*) sichelförmig gekrümmt (Fig. 7 und 8) und stark verschmälert; die Krümmung beschreibt einen vollen Halbkreis von c. 11 mm Umfang; die beiden Blätter des Schiffchens sind von der ausgeschnittenen Spitze bis kaum auf halbe Länge (in Fig. 7 von x bis y) verwachsen und haben eine durchschnittliche Breite von nur 2 mm; die Adern verlaufen dem gekrümmten Rande parallel, die Länge des Nageltheils beträgt etwa 3 mm, der Basallappen (*ba*) bildet eine stumpfvorgezogene Ecke. Zapfenförmige Ein- oder Ausstülpungen zur Befestigung mit den Flügeln fehlen auch hier vollständig. Indem sich das Schiffchen von seiner Basis aus senkrecht nach oben über den Fahnengrund herumbiegt, erscheint es bei Betrachtung der Blüthe von unten (Fig. 2) zwischen den spreizenden, unterseits etwas ausgehöhlten Flügeln als ein medianer, schmaler Kielstreifen (Fig. 2 bei *sch*); die Spitze des letzteren erreicht (Fig. 3) die Höhe des Fahnenscheitels dort, wo die schon erwähnte, kapuzenartige, innenseits grün gefärbte Einsackung (Fig. 3 bei *e*) liegt; von derselben wird der oberste Theil der Carina derartig fest umschlossen, dass man beide Theile nur mit einiger Mühe zu trennen vermag. Dass ein den Dimensionen der Blüthe entsprechender Besucher im stande sein sollte, diese Trennung auszuführen, erscheint kaum wahrscheinlich; wenigstens ist ohne direkte Beobachtung eines derartigen Falls nicht einzusehen, wie das betreffende Insect dabei verfahren und wo es einen festen Sitzpunkt bei Einführung des Rüssels an der kapuzenförmigen Fahnenspitze gewinnen sollte; auch müsste dann letztere Partie der Träger des Saftmals sein. Vergegenwärtigt man sich, dass bei der gewöhnlichen Form der Papilionaceenblüthe das Hervortreten der im Schiffchen geborgenen Geschlechtstheile dadurch herbeigeführt wird, dass der auf den Flügeln platznehmende Besucher sein Saugorgan am Fahnengrunde einzwängt,

---

der vorher in Alkohol eingelegten Präparate mit verdünnter Kalilauge deutlich hervortreten. Sie scheinen Milchsaftschläuche zu sein, die auch in den übrigen Theilen der Pflanze vorkommen; Asa Gray nennt dieselbe (a. a. O.) »a perennial herb with some milky juice«.

durch gleichzeitiges Herabdrücken der mit dem Schiffchen in fester, seitlicher Verbindung stehenden Flügel eine Abwärtsbewegung der Carina bewirkt und damit sowohl den bei den verschiedenen Gattungen der Papilionaceen in mannichfaltiger Weise variirten Mechanismus der Pollenausstreuung als den Bestäubungsvorgang selbst, d. h. die Belegung der Narbe mit Pollen, auslöst, so ist klar, dass bei *Apios* eine Abwärtsbewegung des Schiffchens in Folge von Hebelwirkung der Flügel schon deshalb nicht erfolgen kann, weil zwischen beiden Theilen die feste Zapfenverbindung fehlt. Auch lässt sich durch versuchsweises Niederziehen der Flügel die Carina keineswegs aus der kapuzenförmigen Fahneneinsackung herausbringen. Wenn ferner ein Auseinanderzwängen dieser letztgenannten Theile von Seiten des Blumenbesuchers erfolgen sollte, so könnte dies nur durch Einführung der festen Basis des Saugorgans, und der Zweck der Honiggewinnung nur durch nachheriges Vorstrecken der Zungenspitze erreicht werden; dabei würde aber der Weg zum Honig, der auch bei *Apios* an der bei diadelphischen Papilionaceen gewöhnlichen Stelle an der Innenseite der Staminalcylinderbasis abgesondert wird, entweder unerreichbar oder wenigstens sehr erschwert sein; auch deuten die oben beschriebenen, rechts und links vom Fahnengrunde liegenden, das Saftmal tragenden Stellen deutlich den Ort an, wo die Rüsseleinführung zu geschehen hat. Alle diese Erwägungen führen übereinstimmend zu der Folgerung, dass bei *Apios* die Einfügung der Schiffchenspitze in die Fahnenkapuze die biologische Aufgabe hat, das Herabdrücken des Schiffchens überhaupt zu verhindern.

Die Frage ist dann nur, auf welche Weise in diesem Fall der Staubgefässapparat und die Narbe der Bestäubung dienstbar gemacht werden. Man könnte zunächst an ausschliessliche Autogamie denken; eine genauere Betrachtung der betreffenden Organe schliesst jedoch eine solche Annahme aus. Der durch Verschmelzung der Filamente zu Stande gekommene Hohlcylinder ist bei *Apios* wie bei allen diadelphischen Papilionaceen an der Oberseite gespalten (Fig. 12 zwischen *hc* und *o*); das obere, freie Staubgefäss (dieselbe Figur bei *o*) legt sich auf die entstandene Lücke und lässt zwei basale, rechts und links liegende Oeffnungen (Fig. 11 bei *h*) frei, durch welche der Zutritt zum Nektar erfolgen kann (innere Honigzugänge). Der Hohlcylinder (Fig. 9 bei *hc*) folgt zunächst der Krümmung des Schiffchens, setzt dieselbe aber noch ein Stück weiter fort, ehe er sich in die einzelnen Filamente (*f*) spaltet; die Antheren kommen dabei auf die eine Seite des Staminalcylinders zu liegen und sind in der angeführten Fig. 9 durch die davor liegenden Theile verdeckt; der aus einem schmalen, ziemlich geraden Fruchtknoten entspringende, eingerollte Griffel (Fig. 9 bei *gr*) beschreibt etwa 1½ Umläufe; sein oberes unbehaartes Ende trägt eine auffallend grosse, stumpfvierlappige, klebrige Narbe (Fig. 8a). In etwas späteren Stadien wird der Krümmungsradius des Staminalcylinders derartig vergrössert, dass Antheren und Griffel zum Schiffchen die in Fig. 8 dargestellte Lage einnehmen; man sieht hier vom Griffel nur einen Theil seines inneren Bogens (bei *gr*); die Narbe legt sich einseitig über den Rand des Schiffchens, die Filamente der verwachsenen Staubgefässe (*st*) richten sich aufwärts und treten an der der Griffelspitze entgegengesetzten Seite des Schiffchens frei hervor, während das obere Staubgefäss unterhalb des Griffels bei *o* zum Vorschein kommt. Die hier vorhandene nach entgegengesetzten Seiten der Blüthe gerichtete Stellung von Antheren und Narbe lässt kaum eine andere Deutung zu als die, dass dadurch Autogamie vermieden und Fremdbestäubung gesichert werden soll; letztere muss jedesmal eintreten, wenn z. B. ein von links her in einer Blüthe mit Pollen bestreuter Besucher mit derselben Seite die nach rechts übergebogene Narbe einer demnächst besuchten Blüthe streift. Mein Blüthenmaterial hat leider nicht ausgereicht die Frage zu beantworten, in wieweit die entgegengesetzte Orientierung von Narbe und Antheren auf demselben oder auf verschiedenen Exemplaren von *Apios* wechselt oder constant bleibt. Auch habe ich Insectenbesuch an der Blume nicht selbst beobachtet, sondern nur von Herrn Reuter erfahren, dass sie gern von Honigbienen aufgesucht wird; ich muss daher die nähere Art und Weise des Bestäubungsvorgangs vorläufig dahingestellt lassen, zumal dabei in erster Linie die in Nordamerika die Apiosblüthe besuchenden Insecten zu berücksichtigen wären. Soviel geht aber schon aus meinen bisherigen Beobachtungen hervor, dass Autogamie in keinem Falle die einzigmögliche Bestäubungsform bildet. Zu einer gleichen Folgerung gelangt man auch durch nähere Betrachtung der Honigzugänge und der Nectarabsonderung der Blüthe. Letztere ist eine sehr reichliche, so dass der für die Ansammlung des Honigs bestimmte Hohlraum an der Basis des Staminalcylinders oft bis zu den schon erwähnten Saftlöchern (Fig. 11 bei *h*) hin von demselben erfüllt wird. Da nun das Saftmal am Fahnengrunde zwei rechts und links stehende äussere Honigzugänge (Fig. 3 bei h^1) andeutet, so ist kaum zu bezweifeln, dass behufs Honigausbeutung der Blumenbesucher sich vorzugsweise auf den rechten oder linken Flügel stützen muss, um sein Saugorgan passenden Orts einzuführen, wobei die entgegengesetzte Stellung von Antheren und Narbe, sowie ihr seitliches Hervortreten über den nach hinten zu freien Schiffchenrand eine nothwendige Ergänzung der übrigen Blüthenconstruction bildet. Denn da nach unserer Voraussetzung das Schiffchen — wenigstens bei normaler Blüthenausnutzung — gar nicht abwärts bewegt wird, so würden die Geschlechtstheile der Apiosblüthe durch ein den Honig vom Fahnengrunde aus saugendes Insect nicht berührt und eine Belegung der Narbe mit Pollen durch dasselbe überhaupt nicht herbeigeführt werden; erst dadurch, dass die Spitze des Griffels und die Antheren dem Kopf, resp. dem Saugorgan des Besuchers auf dem Wege zum Nectar entgegengestreckt werden, erscheint angesichts der Festlegung des Schiffchens die Allogamie gesichert. Auf diese Weise erklärt ein Theil der Blütheneinrichtung den anderen.

Besonders hervorzuheben bleibt noch die Erleichterung des Honigzugangs bei *Apios* im Gegensatze zu denjenigen Papilionaceen, deren Blumenblätter mit langen, stark elastischen Nägeln und fester Verbindung zwischen Flügeln und Schiffchen versehen sind; je länger nämlich die ersteren sind, desto mehr rückt der Einsatzpunkt für den Insectenrüssel am Fahnengrunde von den Honigquellen, d. h. von den beiden Löchern am Grunde des oberen freien Staubfadens, ab; je stärker die Nägel sind, desto mehr verstärkt sich der sie umschliessende Kelch und desto mehr verdicken sich auch die Basalfortsätze der Flügel, deren Function bekanntlich theils im Festhalten des Schiffchens in seiner Lage zum Geschlechtsapparat, theils bei abwärts geklappter Carina in der Zurückführung dieses Theils auf die ursprüngliche Stellung besteht. Je fester endlich die in Rede stehenden Blüthentheile in ihrer Anfangslage auf dem starren Geschlechtsapparat (Staminalcylinder nebst eingeschlossenem Fruchtknoten) gehalten werden, eine desto grössere Kraft ist zu der Abwärtsbewegung der Carina mittels des Hebelwerks der Flügel nothwendig, und desto ausgiebiger muss die mechanische Verbindung zwischen den letzteren und dem Schiffchen verstärkt werden. Für die Honiggewinnung sind dies sämmtlich erschwerende Umstände, da der unter dem Fahnengrunde eindringende Rüssel auf seinem Wege zum Honig den Widerstand der Nägel, der Kelchwandung und der Basallappen überwinden muss, wenn er zwischen den genannten Theilen durchkommen will. Insecten, deren Saugorgan diese Arbeit aus irgend einem Grunde nicht zu leisten vermögen, sind daher vom Honiggenuss derartig unzugänglicher Schmetterlingsblumen ausgeschlossen, weshalb letztere auch so häufig unter Honigeinbrüchen [1]) von aussen zu leiden haben. Bei *Apios* fällt ein grosser Theil der angegebenen Hindernisse fort; kurze, schwache Nägel an Fahne und Flügeln, wenig entwickelte Basallappen und Flügelrandfalten, wie sie eben zur Einlenkung nnd zum Festhalten von Flügel und Schiffchen ausreichen, endlich völlige Abwesenheit einer festen Gelenkverbindung zwischen den Alae und der Carina machen auch den Honigzugang zu einem sehr bequemen. Zunächst ist an der vollkommen geöffneten Blüthe rechts und links vom Schiffchen oberhalb der Flügel (Fig. 12 über *fl*) je ein Hohlraum von c. 5 mm Breite und gleicher Höhe frei, in welchen der Kopf des Besuchers bis zu dem längsgestrichelten Saftmal (Fig. 3 bei h^1) eingeführt werden kann. Ein der Blüthenmediane parallel geführter Schnitt (Fig. 12), welcher eines der beiden seitlichen Toniglöcher (*h*) am Grunde des oberen freien Staubfadens (*o*) gerade getroffen hat, lässt die gegenseitige Lage

---

1) Vgl. u. a. die von **Schulz** (Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen II. p. 208—212) gegebene Liste, die 50 Papilionaceen umfasst.

der Blüthentheile in der Umgebung der Honigquellen deutlich erkennen; die angeführte Figur zeigt den auf die halbierte Fahne (*fa*) nach innen zu folgenden Flügel (*fl*), dann weiter nach einwärts den basalen Theil des Schiffchens, dessen oberer Rand etwas nach innen geschlagen erscheint und schliesslich den aufgeschlitzten Staminalcylinder; dieser und das Schiffchen sind in ihrem oberen Theile in der Figur bei *sch* und bei *hc* abgeschnitten dargestellt; das obere freie Staubgefäss (*o*) biegt sich etwas nach aufwärts und lässt bei *h* das Honigloch zwischen ihm und dem Staminalcylinder erkennen. Die von dem Saftmal aus nach dieser Stelle in der Figur gezeichnete Pfeilspitze deutet den Weg des Insectenrüssels an; das Maximum der zur Ausbeutung des Nectars erforderlichen Rüssellänge ist auf c. 5 mm zu schätzen, wenn der Kopf des Besuchers nur bis kurz vor das Saftmal eingeführt wird; bei noch tieferem Vordringen kann der Weg zum Honig natürlich noch um einige mm abgekürzt werden. Weitere Erläuterung über die Lage der Honiglöcher geben die Figuren 10 und 11; erstere stellt einen quer zur Fahne gerichteten Längsschnitt dar, durch welchen der oberhalb liegende Theil von Kelch und Fahne entfernt wurde, so dass die Basis von Flügel und Schiffchen, sowie das obere, freie Staubgefäss und ein Theil des darunter liegenden Staminalcylinders freigelegt ist. Man sieht in der Figur unter dem halbmondförmig erscheinenden Querschnitt von Kelch (*k*) und Fahne (*fa*) die beiden übereinandergreifenden Basallappen der Flügel (*fl*) und unter ihnen die einwärts geschlagenen Ränder des Schiffchens (*sch*), die dem Staminalcylinder (*hc*) aufliegen; die Honiglöcher werden durch die Basallappen, sowie das obere freie Filament verdeckt. Ein etwas tiefer geführter ähnlicher Schnitt (Fig. 11) hat sie freigelegt (bei *h*); derselbe hat den Basaltheil der Fahne nicht mehr getroffen und lässt ausser dem Staminalcylinder (*hc*) und dem oberen Staubgefäss (*o*) nur noch Seitenpartieen von Schiffchen (*sch*) und Flügeln (*fl*), sowie einen Theil der schräg durchschnittenen Kelchwandung (*k*) hervortreten. Aus diesen Figuren geht hervor, dass der unter der Fahne eingeführte Insectenrüssel auf seinem kurzen Wege zum Honigloch nur geringe Hindernisse vorfindet und hauptsächlich nur die schwachen Basallappen der Flügel etwas in die Höhe zu heben hat.

Fassen wir die bisherigen Erörterungen über die Blüthe von *Apios* zusammen, so erscheint dieselbe als eine Schmetterlingsblume, bei welcher durch Festlegung des Schiffchens eine mechanische Verbindung zwischen letzterem und den Flügeln aufgegeben und damit gleichzeitig das Hervorpressen der Geschlechtstheile aus dem Schiffchen, die gewöhnliche Art der Pollenausstreuung auf die Unterseite des Besucherkörpers und die durch letzteren herbeigeführte Belegung der Narbe mit Pollen unmöglich gemacht ist. Zum Ersatz dafür hat die Blüthe durch entgegengesetzte Orientierung von Narbe und Antheren eine anderweitige Sicherung der Fremdbestäubung gewonnen und ausserdem durch Kürzung und Freilegung der Honigzugänge den Insecten den Nectargenuss erleichtert.

Eine weitere Frage ist nun die, ob und inwieweit diese im Vergleich zu dem gewöhnlichen Papilionaceentypus geänderte Construction der Blüthe auch in ihrer anatomischen Structur sich abspiegelt. Wie bei *Oxytropis* bauen sich auch bei *Apios* die Nageltheile (Fig. 13) vorwiegend aus längsgestreckten, die Platten (Fig. 14) dagegen aus mehr isodiametrischen Elementen auf. Da die mechanisch bedeutsamen Zellformen der Blumenblätter, wie u. a. auch aus meiner früheren Arbeit über *Oxytropis* hervorgeht, vorzugsweise in der Epidermis ihren Sitz haben, so kann sich die folgende Schilderung des anatomischen Befundes auf die genannte Gewebeschicht beschränken.

Die Oberhaut der Fahnenplatte wird an der Oberseite letzterer von regelmässig polygonalen, im Querschnitt meist sechseckigen Zellen von c. 27—34 μ Durchmesser gebildet (Fig. 15). Ungefähr in der Mitte der einzelnen Zelle bemerkt man bei Ansicht von der Fläche eine scharfcontourierte Kreislinie (bei *z*), welche von einer zweiten, am Rande schwach gekerbten und mit der ersten mehr oder weniger concentrischen Linie umgeben wird, so dass eine entfernte Aehnlichkeit mit einem Hoftüpfel entsteht. Der Raum zwischen den beiden Linien erscheint stärker lichtbrechend als die Umgebung; ausserhalb dieses Raumes erblickt man bei Einstellung auf die Aussenwand auf derselben radiär ausstrahlende, nicht sehr dichte und hier und da unregelmässig abgesetzte Cuticularstreifen (Fig. 15 und 17 bei *c*). Statt der einfach contourierten, inneren Kreislinie lässt sich bei genauer Einstellung meist eine doppelte Begrenzung (Fig. 17 bei *m*) nachweisen, die von dem stärker lichtbrechenden Ringe (Fig. 17 bei c^1) umgeben wird. Selbstverständlich sind die in Rede stehenden Gebilde keineswegs Hoftüpfel, sondern die Kreislinien sind, wie die Profilansicht der betreffenden Zellen (Fig. 16) lehrt, nichts anderes als der optische Durchschnitt von breitzapfenförmigen Ausstülpungen (bei *z*), welche ungefähr die Mitte der im übrigen bauchig gestalteten Epidermiszellen einnehmen; die Höhe dieser Zapfen beträgt c. 11—20 μ, ihr Durchmesser 10—11 μ. Von der Fläche gesehen erscheint der starke Cuticularüberzug als stark lichtbrechender, am Rande gekerbter Ring (Fig 17 bei c^1), die Zellmembran selbst (Fig. 17 bei *m*) als innerer, einfacher oder doppelter Kreis. Der eigenthümliche Eindruck der betreffenden Oberhautzellen wird nur durch die regelmässige Anordnung der Zapfenvorsprünge und durch das hoftüpfelähnliche Bild derselben bei der Flächenansicht hervorgerufen; im übrigen sind derartige Epidermisausstülpungen auf den Blumenblättern eine vielfach verbreitete und bei dichterer Anordnung, sowie stärkerer Längsentwicklung in biologischer Hinsicht als Schutztrichome, Sperr- oder

Reusenhaare u. dgl. gedeutete, wohl bekannte Bildung. Um vorläufig ihre Function ausser Betracht zu lassen, mögen die eben beschriebenen Epidermiselemente als »Zapfenzellen« bezeichnet werden. Die Verbreitung derselben auf der Blüthenepidermis von *Apios* ist keineswegs eine regellose; sie nehmen zunächst vorwiegend die grünlich gefärbte Aussenfläche der Fahne ein, bilden dann am Rande der Innnenseite eine c. 0,15 mm Zone, fehlen in der mittleren Partie der Fahne und treten erst wieder an derem Grunde in der Gegend des oben beschriebenen grüngefärbten Basalflecks auf; der Fahnennagel und der ihm zunächst benachbarte Theil der Platte sind gänzlich frei davon. Characteristisch für die Zapfenzellen der Fahne erscheint die Kürze und die am oberen Ende quer abgestutzte Form der Ausstülpung (Fig. 16 bei *z*).

Auf den Flügeln fehlen die Zapfenzellen zunächst auf dem Nagel, finden sich aber bereits am Rande des Basallappens (Fig. 19) in stärkerer Entwicklung vor als auf der Fahne. Die Ausstülpungen erscheinen hier länger und schmäler, nach dem oberen Ende zu verjüngt und abgerundet. Die betreffenden Zellen sehen in dieser Form anderen auf Blumenblättern vorkommenden, papillösen Bildungen — ich erinnere z. B. an die von mir beschriebenen und abgebildeten [1]) Trichome auf den Schlundklappen der *Symphytum*-Arten — ähnlich und treten auch wie diese an bestimmten Stellen der Blüthe in dichter Aneinanderhäufung auf. Besonders ist dies auf den basalen Theilen der Flügelränder (Fig. 18) der Fall; ausserdem umsäumen sie die Aussenseite der Flügelplatte in einer c. 0,2 mm breiten Zone und greifen auch in einem schmalen Streifen auf die Innenseite des oberen Flügelrandes über, fehlen aber sonst auf dieser Seite gänzlich; hier besteht vielmehr das Epidermisgewebe aus ähnlichen isodiametrischen und im Querschnitt meist sechseckigen Zellen (Fig. 14), wie auf den zapfenfreien Partieen der Fahne.

Das Schiffchen zeigt sich wie die übrigen Blüthentheile am Nagel frei von Zapfenzellen; dagegen ist sein Oberrand stark papillös; besonders trägt die Spitze des Organs auffallend lange Trichome der erwähnten Art. Das übrige Oberhautgewebe des Schiffchens besteht aus parenchymatischen Elementen, die an der Aussenwand zum Theil längsverlaufende Cuticularstreifen und an den Radialwänden hier und da schwache Biegungen erkennen lassen. Von einer sonstigen mechanischen Ausstattung dieser Wandungen mit Falten oder Rippen ist weder hier noch auf den übrigen Blüthentheilen etwas zu sehen; die z. B. bei *Oxytropis* so auffallenden geknickten, gefalteten oder gerippten Zellformen fehlen bei *Apios* gänzlich.

Es liegt nahe, dieses Fehlen mit der Blüthenconstruction von *Apios* in Beziehung zu bringen, die weder eine Zerrung der Flügel- und Schiffchenbasis noch verstärkten Druck auf den Flanken dieser Organe auszuhalten hat, noch die Verzapfung oder Verwachsung letzterer erforderlich macht. Freilich kann die mechanische Verstärkung der Epidermis durch Faltung und Rippung, die nach Hiller[1]) vorzugsweise eine Aussteifungsvorrichtung gegen Collaps der Zellmembran darstellt, sehr wohl auch an Blüthen auftreten, deren Theile einem Zerren oder Drücken von Seiten muskelkräftiger Besucher wenig oder gar nicht ausgesetzt sind. Es liegt mir daher auch fern, die genannten Zellformen der Blumenepidermis ursächlich auf die zerrende und drückende Thätigkeit der blumenbesuchenden Insecten zurückführen zu wollen. Vielmehr scheint es mir, dass die histologische Differenzierung der Blumenblattepidermis sich in jener Hinsicht nicht anders verhält, wie der gröbere Gesammtaufbau der Blüthe. Ebenso wie letzterer durch die Thätigkeit der Insecten zwar nicht direct aus den ursprünglichen Stammformen gezüchtet worden ist, sich aber trotzdem jener auf das genaueste anschmiegt, findet das Gleiche auch bezüglich der mechanischen Ausstattung der Epidermiszellen statt. Die früher von mir beschriebene Blüthe von *Oxytropis* und die von *Apios* bilden möglicherweise zwei extreme Fälle unter einer grossen Stufenreihe von Papilionaceen mit oder ohne mechanische Verstärkung der Blüthenepidermis, wie damit parallelgehender, stärkerer oder schwächerer Inanspruchnahme der betreffenden Blüthentheile durch zerrende und drückende Besucher. Selbst wenn diese Vermuthung durch spätere Untersuchungen bestätigt werden sollte, würde damit noch immer nicht objectiv bewiesen sein, dass in der Blüthe von *Apios* die Ausbildung specifisch mechanischer Epidermiselemente unterblieben ist, weil Flügel und Schiffchen derselben nicht in gewöhnlicher Weise von den Blumenbesuchern benutzt werden konnten.

---

[1]) Ueber die Bestäubungseinrichtungen einiger Borragineen. Bericht. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. IV. p. 159 und Taf. VIII. Fig. 6 d, 7 b etc.

Nach dieser Bemerkung, die nur dazu dienen soll, etwaigen Missverständnissen über die Deutung der oben mitgetheilten Thatsachen vorzubeugen, mag schliesslich noch die Frage beantwortet werden, welche Function den als »Zapfenzellen« bezeichneten Trichombildungen beizulegen ist. Aus dem lokalen Auftreten derselben vorzugsweise auf den Randtheilen von Flügel und Schiffchen, sowie aus ihrer Vertheilung auf der das Saftmal tragenden Fahne scheint in Analogie mit ähnlichen Vorkommnissen bei anderen Blüthen hervorzugehen, dass sie eine Schutzeinrichtung gegen herankriechende kleine Insecten darstellen und letztere ähnlich wie sonst Haargitter u. dgl. vom Honigraub abhalten sollen. Die oben erwähnte grössere Zugänglichkeit der Honiglöcher von *Apios* giebt dieser Deutung eine thatsächliche Unterlage; auch kann es an dieser Blüthe für Insecten von entsprechender Körpergrösse nur zwei Methoden der diebsweisen Honiggewinnung geben, nämlich entweder ein möglichst

---

1) Untersuchungen über die Epidermis der Blüthenblätter. Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Bot. XV. p. 436.

weites Herabkriechen an der Innenfläche der Fahne oder ein Ueberklettern der Flügel- und Schiffchenränder: auf beiden Wegen wird einem derartigen Bemühen durch den Besatz mit weit vorragenden Papillenspitzen oder hügelartigen Stumpfhöckern ein wirksames Hinderniss entgegenstellt.

Bei *Apios tuberosa* findet nach der vorausgehenden Darstellung sowohl der Verlust der bei anderen Papilionaceen vorkommenden mechanischen Function von Flügel und Schiffchen als auch die damit verbundene, offenere Lage der Honigquellen ein deutliches Gegenbild in entsprechenden anatomischen Characterzügen der Blüthenepidermis, indem letztere zwar keine mechanischen Zellformen, aber sehr entwickelte Schutztrichome gegen Honigraub ausbildet.

Erklärung der Tafel.

Die in Klammern beigefügten Zahlen geben die Vergrösserung an.

In den Figuren bedeutet· *f* = Filament, *fa* = Fahne, *fl* = Flügel, *gr* = Griffel, *h* = Honigloch, *hc* = Hohlcylinder der verwachsenen Staubgefässe, *k* = Kelch, *na* Narbe, *o* = oberes freies Staubgefäss, s = Saftmal, *sch* = Schiffchen, *st* = verwachsene Staubgefässe.

Fig. 1. Blüthe von *Apios tuberosa* von der Seite, bei *e* Einschnürung an der Spitze der Fahne. — $\left(\frac{2}{1}\right)$.

Fig. 2. Blüthe von unten. — $\left(\frac{2}{1}\right)$.

Fig. 3. Blüthe schräg von vorn, bei *e* die das Schiffchen festhaltende Einschnürung, bei *h*¹ die äusseren Honigzugänge. — $\left(\frac{2}{1}\right)$.

Fig. 4. Fahne von innen (vorn), bei *ng* der Nagel. Die weissgelassenen Stellen an der Spitze und Basis sind grün, die schattierten braunpurpurn; die im Umkreis der grünen Basis convergierenden, purpurnen Saftmalstreifen sind bei *s* angedeutet. — $\left(\frac{2,5}{1}\right)$.

Fig. 5. Linker Flügel von aussen, bei *ng* Nagel, *ba* Basallappen, *l* Längsfalte, *e* seichte Vertiefung. — $\left(\frac{2,5}{1}\right)$.

Fig. 6. Aderverlauf im Flügel, bei *ba* Basallappen, bei *l* die Längsfalte. — $\left(\frac{5}{1}\right)$.

Fig. 7. Schiffchen von der Seite, bei *ba* Basallappen; die Verwachsung der beiden Blätter geht von *x* bis *y*. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 8. Schiffchen mit eingeschlossenen Geschlechtstheilen von der Seite. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 8a. Oberer Theil des Griffels mit der Narbe. — $\left(\frac{20}{1}\right)$.

Fig. 9. Geschlechtstheile nach Entfernung der Blumenkrone. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 10. Durch die Blüthenbasis geführter Schrägschnitt, um die gegenseitige Lage des Staminalcylinders (*hc*), des Schiffchens und der Flügel in ihrer basalen Region zu zeigen. — $\left(\frac{5}{1}\right)$.

Fig. 11. Ebensolcher etwas tiefer geführter Schnitt, der die Honiglöcher (*h*) gerade freigelegt hat. — $\left(\frac{5}{1}\right)$.

Fig. 12. Parallel zur Blüthenmediane geführter Längsschnitt, um die Lage des Haniglochs (*h*) zum Saftmal und die Zugänglichkeit des ersteren auf dem Wege zwischen Fahne und Flügel zu zeigen; die Pfeilspitze deutet die Richtung an. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 13. Längsgestreckte Epidermiszellen vom Flügelnagel. — $\left(\frac{150}{1}\right)$.

Fig. 14. Isodiametrische Epidermiszellen von der Unterseite der Flügelplatte; ähnliche Zellen auch auf der Fahne. — $\left(\frac{225}{1}\right)$.

Fig. 15. Epidermiszellen mit centralen, zapfenförmigen Vorsprüngen *z*, die in der Flächenansicht als Kreise erscheinen, und mit Cuticularstreifen *c* (von der Aussenseite der Fahne); ähnliche Zellen auch auf dem inneren Rande und der Basis der Fahne. — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 16. Epidermiszellen mit Zapfenvorsprüngen (*z*) im Profil. — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 17. Zapfenvorsprung nebst einem Theil der Aussenwand in seiner Umgebung von der Fläche gesehen. *m* Cellulosemembran, c^1 Cuticularüberzug des Vorsprungs, *c* Cuticularstreifen in der Umgebung. — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 18. Theil der Epidermis mit schmal zapfenförmigen Papillen vom Flügelrande; die Zellgrenzen sind weggelassen. — $\left(\frac{300}{1}\right)$.

Fig. 19. Aehnliche Epidermiszellen vom Basallappen des Flügels. — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Systematische Uebersicht der bisher bekannten Gattungen der echten Fucoideen.

Von

J. B. de Toni.

Mit der Systematik der Fucoideen haben sich in den letzten Jahren Areschoug, Ardissone, De Toni u. Levi, Hauck, Kjellman, Oltmanns und Reinke beschäftigt, welche gesucht haben, nach mehr oder weniger verschiedenen Begriffen die zahlreichen Gattungen dieser im weitesten Sinne[1]) die Fucoideae, die Syngeneticae und die Bacillarieae enthaltenden Gruppe zu ordnen.

Die Fucoideen, wovon ich bei der Verarbeitung eines der künftigen Bände meiner Sylloge algarum omnium eine systematische Uebersicht aller bisher bekannten Gattungen veröffentliche, umfassen drei grosse Klassen nämlich die Cyclosporinae (Fucaceae), Tetrasporinae (Dictyotaceae) und Phaeozoosporinae (Phaeozoosporeae).

---

1) P. van Tieghem, Traité de Botanique, II. édit. 1890, p. 1270.

Die Syngeneticae (denen sich nach einigen Autoren die Peridiniaceae nähern) umfassen in dem neulich von Hansgirg[1]) gegebenen Sinne drei Familien, nämlich Chromophytonaceae (Gatt. Chromophyton Woron.), Chrysomonadaceae (Gatt. Syncrypta Ehr.), Hydruraceae (Gatt. Hydrurus Ag.). Die Phaeothamniaceae (Gatt. Phaeothamnion Lagerh.) sind nach einer brieflichen Mittheilung Borzi's echte Phaeozoosporeen, da die Zoogonidien von Phaeothamnion zwei ungleich lange Cilien tragen.

Ueber die Taxonomie der durch ihren kieselhaltigen Frusteln und durch den Mangel von Zoogonidien charakterisirten Bacillarieae oder Diatomeae habe ich selbst[2]) vor kurzer Zeit gearbeitet, und beinahe in derselben Zeit hat sich auch Dr. M. Lanzi[3]) damit beschäftigt, aus welchem Grunde ich mich hier, wie ich schon oben erwähnte, darauf beschränke, die systematische Uebersicht der Fucoideen in dem oben angegebenen Sinne zu liefern.

Ich habe als zweckmässig erachtet, für die Gattung Pulvinaria Reinh. etc. eine neue Familie (Phaeocapsaceae), die die niedrigste unter den Phaeozoosporeen ist, aufzustellen. Die Gattung Pulvinaria nämlich besitzt, wie Reinhard's Forschungen[4]) ergeben haben, Zoogonidien (Zoogameten), welche mit zwei in der für die Phaeozoosporeen charakteristischen Weise angehängten Cilien versehen sind und daher kann sie auf keinerlei Weise zu den Syngeneticae gestellt werden, unter denen man sie beim ersten Anblick einzuordnen geneigt sein würde. Der Gattung Pulvinaria halte ich für angebracht, Phaeodermatium Hansg. vorläufig zu nähern, doch mit Vorbehalt, da man die Zoogonidien bisher noch nicht kennt. Nur die Entdeckung dieser letzteren wird entscheiden können, ob Phaeodermatium am besten unter den Phaeozoosporeen oder den Syngeneticeen aufzuführen sei.

Was die Gattung Rhizocladia Reinsch anbelangt, so ist sie vielleicht näher verwandt mit Phaeothamnion Lagerh. als mit Pleurocladia A. Br., obwohl auch diese letzte Gattung nur mit grossem Vorbehalte zu den Phaeozoosporeen zu stellen ist.

Padua, aus dem botan. Garten, 27. November 1890.

J. B. de Toni.

---

1) A. Hansgirg, Prodromus der Algenflora von Böhmen, 1886, p. 28; idem opus (bohemice), 1889, p. 32.

2) G. B. De Toni, Osservazioni sulla Tassonomia delle Bacillariee (Diatomee) seguite da un prospetto dei generi delle medesime. — Notarisia di De Toni e Levi-Morenos, V, 1890, n. 17, p. 885—922.

3) M. Lanzi, Saggio di classificazione delle Diatomee secondo il sistema naturale. — Atti Accad. pontif. N. Lincei in Roma, XLIII, 1890, sess. II.

4) L. Reinhard, Materialien zur Morphologie und Systematik der Algen des Schwarzen Meeres (rossice), 1885, p. 39—47, tab. II f. 1—8.

Fucoideae *(Ag.) J. Ag.*

Cyclosporinae *Aresch.*

Durvillaeaceae *Oltmanns.*

Durvillaea *Bory* 1826 (= Durvillea *Cunningham* 1836).

D. utilis *Bory.*

Splachnidium *Greville* 1830 [Ad Encoeliaceas accedens].

S. rugosum (*L.*) *Greville.*

Notheia *Bailey et Harvey* 1855.

N. anomala *Bail. et Harvey.*

Sarcophycus *Kützing* 1843.

S. potatorum (*Labillardière*) *Kützing.*

Hymanthaliaceae *Kjellman.*

Himanthalia *Lyngbye* 1819 (= Lorea *Stackhouse* 1809).

H. Lorea *(L.) Lyngbye.*

? **Xiphophora** *Montagne* 1842.

X. Billardieri *Montagne.*

Fucaceae *(Lamouroux) Kjellmann.*

Fucus (*Tournefort* 1700) *L.* 1737.

F. vesiculosus L

Hormosira *Endlicher* 1836 (= Monilia *A. Richard* 1832 non Persoon, Moniliformia *Lamouroux* 1825).

H. Banksii (*Turner*) *J. Agardh.*

Pelvetia *Decaisne et Thuret* 1845 (= Fucodium *J. Agardh* 1848 p. p.).

P. canaliculata (*L.*) *Decaisne et Thuret.*

Ascophyllum *Stackhouse* 1809 (= Ozothalia *Decaisne et Thuret* 1845, Physocaulon *Kützing* 1843, Halicoccus *Areschoug* 1846).

A. nodosum (*L.*) *Le Jolis.*

? **Myriodesma** *Decaisne* 1841 (= Myriadena *Decaisne* 1842).

M. serrulatum (*Lamouroux*) *Decaisne.*

Landsburgia *Harvey* 1855.

L. quercifolia (*Hooker et Harvey*) *Harvey.*

Cystoseiraceae *Kützing.*

Halidrys *Lyngbye* 1819 (= Siliquaria *Stackhouse* 1809 nec *Forskaal* 1775).

H. siliquosa (*L.*) *Lyngbye.*

Platylobium *Kützing* 1849 [non *Smith* 1794].

P. Mertensii *Kützing.*

Carpoglossum *Kützing* 1843 (= Platythalia *Sonder* 1845).

C. quercifolium (*Turner*) *J. Agardh.*

Pycnophycus *Kützing* 1843 (= Cymaduse *Decaisne et Thuret* 1845, Cervina *Gray* 1821).

P. tuberculatus (*Hudson*) *Kützing.*

Cystosira *(C. Agardh* 1821) *J. Agardh* 1841 (= Polycladia *Montagne* 1849, Halerica *Kützing* 1843).
C. barbata (*Goodenough et Woodward*) *Agardh.*

Treptacantha *Kützing* 1843.
T. Abies-Marinas *(Gmelin) Kützing.*

Phyllacantha *Kützing* 1843.
P. concatenata (*L.*) *Kützing.*

Carpodesmia *Greville* 1830.
C. zosteroides (*Turner*) *Greville.*

Sirophysalis *Kützing* 1843.
S. muricata (*Turner*) *Kützing.*

Hormophysa *Kützing* 1843.
H. triquetra (*L.*) *Kützing.*

? **Stephanocystis** *Trevisan* 1843.
S. osmundacea *(Turner) Trevisan.*

? **Coccophora** *Greville* 1830 (= Cystophyllum *Endlicher* 1843 non *J. Agardh* 1848).
C. Langsdorfii (*Turner*) *Greville.*

Sargassaceae (*Decaisne*) *Kützing.*

Sargassum *C. Agardh* 1821 (= Sargassus *Link* 1820, Acinaria *Targioni-Tozzetti* 1819, Acinarius *Roussel* 1806, Stichophora *Kützing* 1863, Pterocaulon *Kützing* 1843, Halochloa *Kützing* 1843, Phyllophysa *Kützing* 1842, ? Carpacanthus *Kützing* 1843).
S. Hornschuchii *C. Agardh.*

Turbinaria *Lamouroux* 1825.
T. ornata (*Turner*) *J. Agardh.*

Anthophycus *Kützing* 1849.
A. longifolius (*Turner*) *Kützing.*

Carpophyllum *Greville* 1830 (= Phycobotrys *Kützing* 1843).
C. flexuosum (*Esper*) *Greville.*

Oerstedtia *Trevisan* 1848 (= Contarinia *Endlicher et Diesing* 1845 non *Zanardini* 1843).
O. australis (*Endlicher et Diesing*) *Trevisan.*

Scytothalia *Greville* 1830.
S. dorycarpa *(Turner) Greville.*

? **Seirococcus** *Greville* 1830.
S. axillaris (*R. Brown*) *Greville.*

Marginaria *A. Richard* 1832.
M. Urvilliana *A. Richard.*

? **Scaberia** *Greville* 1830 (= Castraltia *A. Richard* 1832).
S. Agardhii *Greville.*

Phyllospora *C. Agardh* 1839.
P. comosa (*Labillardière*) *C. Agardh.*

Cystophora *J. Agardh* 1841 (= Blossevillea *Decaisne* 1842).
C. Brownii (*Turner*) *J. Agardh.*

Cystophyllum *J. Agardh* 1848 (= Myagropsis *Kützing* 1843 p. p., Spongocarpus *Kützing* 1843 p. p.).
C. trinode (*Forskaal*) *J. Agardh.*

Phyllotricha *Areschoug* 1855.
P. Sonderi (*J. Agardh*) *Areschoug.*

Caulocystis *Areschoug* 1855.
C. uvifera (*C. Agardh*) *Areschoug.*

Acrocarpia *Areschoug* 1855.
A. paniculata (*Turner*) *Areschoug.*

Tetrasporinae.

Dictyotaceae *(Lamouroux) Zanardini.*

Dictyota *Lamouroux* 1809 (= Dichophyllium *Kützing* 1843).
D. dichotoma (*Hudson*) *Lamouroux.*

Taonia *J. Agardh* 1848.
T. Atomaria (*Goodenough et Woodward*) *J. Agardh.*

Spatoglossum *(Kützing* 1843) *J. Agardh* 1880.
S. Solierii (*Chauvin*) *J. Agardh.*

Padina *Adanson* 1763 (= Pterigospermum *Donati* 1750).
P. Pavonia (*L.*) *Gaillon.*

Dilophus *J. Agardh* 1880.
D. Gunnianus *J. Agardh.*

Glossophora *J. Agardh* 1880.
G. Kunthii (*C. Agardh*) *J. Agardh.*

Haliseris *Targioni-Tozzetti* 1819 (= Dictyopteris *Lamouroux* 1809 non *Presl*, Halyseris *Endlicher* 1836, Polypodoidea *Stackhouse* 1809, Neurocarpus *Weber et Mohr* 1805).
H. polypodioides (*Desfontaines*) *C. Agardh.*

Zonaria *(Draparnaud, Ag.) J. Agardh* 1841 (= Phycopteris *Kützing* 1843, Stypopodium *Kützing* 1843 p. p.).
Z. variegata (*Lamouroux*) *Mart.*

? **Stoechospermum** *Kützing* 1843.
S. marginatum (*C. Agardh*) *Kützing.*

? **Lobospira** *Areschoug* 1855.
L. bicuspidata *Areschoug.*

Phaeozoosporinae (Thuret).

Zoogonicae gynocratae *Kjellman.*

Cutleriaceae *Zanardini.*

Cutleria *(Greville* 1830) *Kjellman* 1890 (incl. Aglaozonia *Zanardini* 1843, Padinella *Areschoug* 1843).
C. multifida (*Smith*) *Greville.* (Aglaozonia reptans (*Crouan*) *Kützing.*)

Zanardinia *Nardo* 1841 non *J. Agardh* 1854[1]) (= Stifftia *Nardo* 1831).
Z. collaris (*C. Agardh*) *Crouan.*

Zoogonicae isogonicae *Kjellman.*

Lithodermataceae *Kjellman.*

Lithoderma *Areschoug* 1875.
L. fatiscens *Areschoug.*

Ralfsiaceae *Hauck.*

Ralfsia *Berkeley* 1831 non *O'Meara.*
R. verrucosa (*Areschoug*) *J. Agardh.*

Stragularia *Stroemfelt* 1886.
S. pusilla *Strömfelt.*

Sporochnaceae (*Reichenbach*) *Decaisne.*

Sporochnus *C. Agardh* 1817.
S. pedunculatus (*Hudson*) *C. Agardh.*

Carpomitra *Kützing* 1843.
C. Cabrerae (*Clemente*) *Kützing.*

Perithalia *J. Agardh* 1890.
P. inermis (*R. Brown*) *J. Agardh.*

Bellotia *Harvey* 1855.
B. Eriophorum *Harvey.*

Nereja *Zanardini* 1846.
N. filiformis (*J. Agardh*) *Zanardini.*

Arthrocladiaceae (*Zanardini*) *Hauck.*

Arthrocladia *Duby* 1832 (= Elaionema *Berkeley* 1833).
A. villosa (*Hudson*) *Duby.*

? **Chnoospora** *J. Agardh* 1847.
C. fastigiata *J. Agardh.*

Laminariaceae (*Bory*) *Rostafinski.*

Laminaria (*Lamouroux* 1813) *J. Agardh* 1867 (= Laminastrum *Duby* 1830, Palmaria *Link* 1820, Hafgygia *Kützing* 1843).
L. saccharina (*L.*) *Lamouroux.*

Saccorhiza *De la Pylaie* 1824 (= Haligenia *Decaisne* 1842, Phycocastanum *Kützing* 1843).
S. bulbosa (*Hudson*) *De la Pylaie.*

? **Phloeorhiza** *Kützing* 1843.
P. diaphana *Kützing.*

Phyllaria *Le Jolis* 1856.
P. dermatodea (*De la Pylaie*) *Le Jolis.*

Thalassiophyllum *Postels et Ruprecht* 1840.
T. Clathrus (*Gmelin*) *Postels et Ruprecht.*

---

1) Teste cl. F. Schmitz in Flora 1889 p. 638 genus Zanardinia *J. Ag.* (1854, 76) generi Brachycladia *Sonder* (1854) adscribendum est.

Costaria *Greville* 1830.
C. Turneri *Greville.*

? **Ecklonia** *Hornemann* 1828 (= Capea *Montagne* 1840 p.p., Pinnaria *Endlicher et Diesing* 1845)[1]).
E. buccinalis (*L.*) *Hornemann.*

Cymathære *J. Agardh* 1867.
C. triplicata (*Postels et Ruprecht*) *J. Agardh.*

Agarum (*Greville* 1830) *Postels et Ruprecht* 1840.
A. Gmelini (*Mertens*) *Postels et Ruprecht.*

Alaria *Greville* 1830 (= Podopteris *De la Pylaie* 1824).
A. esculenta (*L.*) *Greville.*

Ulopteryx *Kjellman* 1885.
U. pinnatifida (*Harvey*) *Kjellman.*

Nereocystis *Postels et Ruprecht* 1840.
N. Lutkeana (*Mertens*) *Postels et Ruprecht.*

Pelagophycus *Areschoug* 1881.
P. giganteus *Areschoug.*

Lessonia *Bory* 1825.
L. fuscescens *Bory.*

Corycus *Kjellman* 1889.
C. nigrescens (*Bory*) *Kjellman.*

Macrocystis *C. Agardh* 1821.
M. pirifera *C. Agardh.*

Dictyoneuron *Ruprecht* 1852.
D. californicum *Ruprecht.*

Postelsia *Ruprecht* 1852.
P. palmaeformis *Ruprecht.*

Arthrothamnus *Ruprecht* 1848.
A. bifidus (*Gmelin*) *Ruprecht.*

Egregia *Areschoug* 1876.
E. Menziesii (*Turner*) *Areschoug.*

Eisenia *Areschoug* 1876.
E. arborea *Areschoug.*

Chorda *Stackhouse* 1813 (= Chordaria *Link* 1809 non *C. Agardh*, Filum *Stackhouse* 1809).
C. Filum (*L.*) *Stackhouse.*

Spermatochnaceae *Kjellman.*

Spermatochnus (*Kützing* 1843) *Reinke* 1889.
S. paradoxus (*Roth*) *Kützing.*

---

1) Genus Ecklonia *Hornemann*, etiam paucos ante annos a cl. J. E. Areschoug Observat. phycol. V, 1886, p. 12) inter Laminariaceas dispositum, teste Oltmanns (Beitr. z. Kenntn. der Fucaceen 1889) fortasse genus Durvillaeacearum sistit.

Stilophoraceae *(Nägeli) De Toni et Levi.*

Stilophora *J. Agardh* 1841.
S. rhizodes (*Ehr.*) *J. Agardh.*

Chordariaceae (*C. Agardh*) *Zanardini.*

Chordaria *(C. Agardh* 1817) *Reinke* 1889 non *Link* 1809.
C. flagelliformis (*Müller*) *C. Agardh.*

Liebmannia *J. Agardh* 1842 non *Meneghini* 1842.
L. Leveillei *J. Agardh.*

Castagnea *Derbes et Solier* 1850.
C. caespitosa *Thuret.*

Halorhiza *Kützing* 1843.
H. vaga *Kützing.*

Mesogloia *C. Agardh* 1817 (= Mesogloea *Sprengel* 1827, Helminthocladia *Harvey* non *J. Agardh*, Alcyonidium *Lamouroux* 1813, Rhysophysalis *Turgioni* 1819).
M. mediterranea *J. Agardh.*

Eudesme *J. Agardh* 1880.
E. virescens (*Carmichael*) *J. Agardh.*

Myriocladia *J. Agardh* 1841.
M. Zosterae *J. Agardh.*

Leathesia *Gray* 1821 (= Clavatella *Bory* 1823, Corynephora *C. Agardh* 1824, Corynophloea *Kützing* 1843).
L. difformis (*L.*) *Areschoug.*

Microcoryne *Stroemfelt* 1888.
M. ocellata *Strömfelt.*

Bactrophora *J. Agardh* 1880.
B. Filum (*Harvey*) *J. Agardh.*

Caepidium *J. Agardh* 1880.
C. antarcticum *J. Agardh.*

Polycerea *J. Agardh* 1880.
P. ramulosa *J. Agardh.*

Cladosiphon *Kützing* 1843 (= Liebmannia *Meneghini* 1842 non *J. Ag.* 1842, Nemacystus *Derbes et Solier* 1850).
C. mediterraneus *Kützing* (Liebmannia Posidoniae *Meneghini.*)

Scythothamnus *Hooker et Harvey* 1845.
S. australis (*J. Agardh*) *Hooker et Harvey.*

? **Chroa** *Reinsch* 1888.
C. sacculiformis *Reinsch.*

? **Myrionema** *(Greville* 1827) *Kjellman* 1890 (= Asterotrichia *Zanardini* 1843).
M. Leclancheri *Chauvin.*

Petrospongium *Nägeli* 1858 (= Cylindrocarpus *Crouan* 1851).
P. Berkeleyi (*Greville*) *Nägeli.*

Microspongium *Reinke* 1889.
M. gelatinosum *Reinke.*

Phaeosphaerium *Kjellman* 1890.
P. punctiforme (*Lyngbye*) *Kjellman.*

Elachistaceae *Kjellman.*

Elachista *Duby* 1832 (= Myriactis *Kützing* 1843, Phycophila *Kützing* 1843, Areschougia *Meneghini* 1844, Centrospora *Areschoug* 1848).
E. scutulata (*English Botany*) *Duby.*

Leptonema *Reinke* 1888.
L. fasciculatum *Reinke.*

? **Giraudia** *Derbes et Solier* 1856.
G. sphacelarioides *Derbes et Solier.*

Halothrix *Reinke* 1889.
H. lumbricalis (*Kützing*) *Reinke.*

Symphoricoccus *Reinke* 1889.
S. radians *Reinke.*

Desmarestiaceae *Thuret.*

Desmarestia *Lamouroux* 1813 (= Desmia *Lyngbye* 1819, Herbacea *Stackhouse* 1809, Trinitaria *Bory* 1828, Phymatium *Link* 1833, Hyalina et Hippurina *Stackhouse* 1809).
D. aculeata (*L.*) *Lamouroux.*

Dichloria *Greville* 1830.
D. viridis (*Müller*) *Greville.*

Myriotrichiaceae *Kjellman.*

Myriotrichia *Harvey* 1834.
M. clavaeformis *Harvey.*

Dictyosiphonaceae (*Kützing*) *Thuret.*

Dictyosiphon *Greville* 1830 (= ? Stereocladon *Hooker et Harvey* 1845, incl. Coilonema *Areschoug*).
D. foeniculaceus (*Hudson*) *Greville.*

Gobia *Reinke* 1889.
G. baltica (*Gobi*) *Reinke.*

Striariaceae *Kjellman.*

Striaria *Greville* 1830 (= Carmichaëlia *Greville* 1827 non *R. Brown* 1825).
S. attenuata *Greville.*

Stictyosiphon *Kützing* 1843 (= incl. Phloeospora *Areschoug* 1873 non *Wallroth* 1833, Aphanarthron *J. Ag.* 1868 p. p.)[1]).
S. adriaticus *Kützing.*

---

1) Genus Aphanarthron *J. Ag.* duas species amplectitur, quarum una (Aph. Cladostephus) Rhodomelae speciem, altera vero (Aph.? laxum) Stictyosiphonis speciem sistit. Cfr. etiam F. Schmitz in Flora 1889 p. 446. Phloeo-

Encoeliaceae (*Kützing*) *Kjellman.*

Asperococcus *Lamouroux* 1813 (= Encoelium *C. Agardh* 1821, Haloglossum *Kützing* 1843, Halodictyon *Kützing* 1843 non *Zanardini*, incl. Hydroclathrus *Bory* 1826).

A. echinatus (*Mertens*) *Greville.*

Coilodesme *Stroemfelt* 1886.

C. bulligera *Strömfelt.*

Phyllitis *Kützing* 1843.

P. Fascia (*Müller*) *Kützing.*

Scytosiphon *C. Agardh* 1811.

S. lomentarius (*Lyngbye*) *J. Agardh.*

Delamarea *Hariot* 1889.

D. paradoxa *Hariot.*

Physematoplea *Kjellmann* 1890.

P. attenuata *Kjellman.*

Punctaria *Greville* 1830 (= Phycolapathum *Kützing* 1843, Diplostromium *Kützing* 1843 p. p.).

P. plantaginea (*Roth*) *Greville.*

Desmotrichum 1843 *Kützing* (= Diplostromium *Kützing* 1843 p. p.).

D. undulatum (*J. Agardh*) *Reinke.*

Lithosiphon *Harvey* 1849.

L. pusillus (*Carmichael*) *Harvey.*

Kjellmania *Reinke* 1889.

K. sorifera *Reinke.*

Soranthera *Postels et Ruprecht* 1840.

S. ulvoidea *Postels et Ruprecht.*

Analipus *Kjellman* 1889.

A. fusiformis *Kjellman.*

Phaeosaccion *Farlow* 1882.

P. Collinsii *Farlow.*

Sphacelariaceae (*Decaisne*) *Kützing.*

Battersia *Reinke* 1890.

B. mirabilis *Reinke.*

Sphacella *Reinke* 1890.

S. subtilissima *Reinke.*

Sphacelaria *Lyngbye* 1819 (= Sphacellaria *Bory* 1828, Lyngbyella *Bory* 1823, Delisella *Bory* 1823).

S. radicans (*Dillwyn*) *C. Agardh.*

Chaetopteris *Kützing* 1843.

C. plumosa (*Lyngbye*) *Kützing.*

Cladostephus *C. Agardh* 1817.

C. verticillatus (*Lightfoot*) *C. Agardh.*

---

sporam *Aresch.*, homonymo genere inter Fungos a Wallroth multo antea condito (cfr. Saccardo Sylloge Fungorum III, p. 577), praeeunte F. Hauck (Meeresalgen 1885 p. 374) Stictyosiphoni *Kütz.* subjunxi.

Halopteris *Kützing* 1843.
H. filicina (*Grateloup*) *Kützing.*
Stypocaulon *Kützing* 1843.
S. Scoparium (*L.*) *Kützing.*
Phloiocaulon *Geyler* 1866.
P. spectabile *Reinke.*
Anisocladus *Reinke* 1890.
A. congestus *Reinke.*
Ptilopogon *Reinke* 1890.
P. botryocladus (*Harvey*) *Reinke.*

Ectocarpaceae *(C. Agardh) Kützing.*

Ectocarpus *Lyngbye* 1819 (= Macrocarpa *Bonnemaison* 1822, Lyngbya *Gaillon* 1828 non *C. Agardh*, ? Calospermum et Opospermum *Rafinesque* 1814, Entonema *Reinsch* 1875 p. p., incl. Herponema *J. Agardh* 1880, Corticularia *Kützing* 1845, Spongonema *Kützing* 1849.
E. arctus *Kützing.*
Streblonema *Derbes et Solier* 1856.
S. sphaericum (*Derbes et Solier*) *Thuret.*
Ascocyclus *Magnus* 1876.
A. orbicularis (*J. Agardh*) *Magnus.*
Phycocoelis *Strömfelt* 1888.
P. foecunda *Strömfelt.*
Sorocarpus *Pringsheim* 1862.
S. uvaeformis (*Lyngbye*) *Pringsheim.*
Choristocarpus *Zanardini* 1860.
C. tenellus (*Kützing*) *Zanardini.*
Dichosporangium *Hauck* 1885.
D. repens *Hauck.*
Pylaiella *Bory* 1825 (= Pilayella *Bory* 1827, Capsicarpella *Bory* p. p.).
P. littoralis (*L.*) *Kjellman.*
Zosterocarpus *Bornet* 1890.
Z. Oedogonium (*Meneghini*) *Bornet.*
Isthmoplea *Kjellman* 1877.
I. sphaerophora (*Carmichael*) *Kjellman.*
Discosporangium *Falkenberg* 1878.
D. mesarthrocarpum (*Meneghini*) *Hauck.*

Ectocarpidium *Sperk* 1868.
E. Pitraeanum *Sperk.*
Streblonemopsis *Valiante* 1883.
S. irritans *Valiante.*
? **Desmithamnion** *Reinsch* 1875.
D. tergestinum *Reinsch.*

? **Pleurocladia** *A. Braun* 1854.

P. lacustris *A. Braun.*

?? **Rhizocladia** *Reinsch* 1876.

R. repens *Reinsch.*

Phaeothamniaceae *Lagerheim.*

Phaeothamnion *Lagerheim* 1884.

P. confervicolum *Lagerheim.*

Phaeocapsaceae.

Pulvinaria *Reinhard* 1885.

P. algicola *Reinhard.*

? **Gloeothamnion** *Cienkowsky* 1880.

G. palmelloides *Cienkowsky.*

? **Phaeodermatium** *Hansgirg* 1889.

P. rivulare *Hansgirg.*

Phaeococcus *Borzi* in litt. 1890.

P. Clementii (*Meneghini*) *Borzi.*

Acinetae *Kjellman.*

Tilopteridaceae *Thuret.*

Tilopteris (*Kützing* 1849) *Reinke* 1889 (incl. Haplospora *Kjellman* 1872 et Scaphospora *Kjellman* 1877).

T. globosa (*Kjellman*) *Reinke.* (Haplospora globosa *Kjellman*, Scaphospora speciosa *Kjellman.*)

Genera incertae sedis.

Nodaria *Sperk* 1868.

N. rectangularis *Sperk.*

Thorea *Bory* 1808 (= Polycoma *Palisot* 1808)[1].

T. ramosissima *Bory.*

Genus exclusum.

Actinema *Reinsch* 1875.

A. Scutellum *Reinsch.*

Obs. Videtur, etsi imperfecte descriptum, idem genus ac Pringsheimia *Reinke*[2], ergo Chlorophyceis adscribendum.

---

[1] Cf. F. Schmitz in Flora 1889 p. 456.

[2] J. Reinke, Atlas deutscher Meeresalgen 1889 p. 33, T. 25, De Toni Sylloge Algarum vol. 1 Chlorophyceae 1889 p. 148.

Litteratur.

M. Büsgen, Der Honigthau. Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Mit 2 lithogr. Tafeln. S.-A. aus der Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXV. (N. F. Bd. XVIII). 89 Seiten gr. 8. Jena, Gustav Fischer. 1891.

Die im Sommer so häufige und daher sehr bekannte Erscheinung des sog. Honigthaus, von der schon die Naturschriftsteller des Alterthums berichten, war in der Litteratur bisher nur stiefmütterlich behandelt worden. Eine eingehendere Untersuchung wurde derselben nie gewidmet und alles bislang Mitgetheilte beschränkte sich auf mehr gelegentliche Beobachtungen, die aber keineswegs ausreichten, eine klare und zutreffende Vorstellung von der Herkunft und der Bedeutung des Honigthaus zu geben. Abgesehen von den unklaren, auf gänzlichem Beobachtungsmangel beruhenden Angaben der Alten, welche dem Honigthau einen meteorischen Ursprung zuschrieben, finden wir bis in unsre Zeit sich sehr widersprechende Meinungen über den Ursprung jenes zuckerreichen thauartigen Ueberzuges auf Pflanzen. Während eine Reihe von Beobachtern den Honigthau als eine thierische Ausscheidung betrachtet und das regelmässige Vorkommen von Blattläusen bei der Honigthaubildung betont, sind andere Forscher der Meinung, dass der Honigthau eine krankhafte Ausschwitzung der Pflanzen selbst sei. Sie leugnen geradezu das gleichzeitige Vorkommen von Blattläusen oder weisen doch darauf hin, dass oft nicht die »genügende« Anzahl der Thiere gefunden würde, um die Erscheinung auf diese zurückzuführen — oder aber sie meinen, dass die Blattläuse vom Honigthau erst angelockt, sich von diesem ernährten.

Einem solchen Stand der Kenntnisse gegenüber ist es das Verdienst des Verf., durch genaue Beobachtungen und durch Versuche gezeigt zu haben, dass der Honigthau immer der Auswurf von Pflanzenläusen ist, auch in allen den Fällen, in welchen eine oberflächliche Betrachtung zu gegentheiligen Schlüssen verleiten könnte. Nachdem in der Einleitung ein anschauliches Bild von starkem Auftreten des Honigthaus bei Linden und Ahornen entworfen ist, folgt eine kritische historische Uebersicht über die Auffassungen, welche die Erscheinung bis in unsre Zeit bei verschiedenen Autoren gefunden hat. Es wird sodann gezeigt, dass das äussere Auftreten des Honigthaus auf seinen animalischen Ursprung hinweist und immer in Einklang zu bringen ist mit den beobachteten Lebensgewohnheiten der Pflanzenläuse, die ihre Excremente oft weit wegspritzen und dieselben in erstaunlich grossen Mengen von sich geben, so dass sehr wenige Blatt- oder Schildläuse genügen, um sehr auffallenden Honigthau in ganz kurzer Zeit hervorzubringen. Derselbe wird nicht etwa aus den sog. Honigröhrchen ausgeschieden, die zudem vielen Blattläusen fehlen, sondern bildet den Auswurf aus dem Darmkanal. Die Honigröhrchen scheiden vielmehr eine, an der Luft rasch zähe werdende wachsartige Masse aus und Verf. konnte beobachten, wie sich die Blattläuse mittels dieser gegen gewisse Feinde zu vertheidigen vermögen. Den Gummilack hält Verf. lediglich für ein Blattlausproduct.

Der Honigthau des Getreides, der die Gonidienbildung der Claviceps purpurea begleitet und ähnliche zuckerhaltige Secretionen selteneren Vorkommens werden als »falscher Honigthau« kurz besprochen. Die Versuche über die Möglichkeit der vegetabilischen Honigthaubildung berühren nur die Frage, ob schon vorhandener Honigthau durch die in ihm enthaltenen Stoffe eine plasmolysirende Wirkung auf das damit befallene Blatt ausüben könne. Aus den angestellten Versuchen geht hervor dass der Honigthau den Blattzellen kein Wasser in merklichen Mengen entzieht, was andre wirksamere Stoffe durch die Cuticula hindurch energisch vermögen.

Die über die Nahrungsaufnahme der Pflanzenläuse mitgetheilten Studien sind für den Botaniker wie für den Entomologen besonders anziehend. Gutes Untersuchungsmaterial zu gewinnen ist schon nicht ganz leicht, da die Blattläuse oft bei geringen Störungen schon ihre Saugborsten einziehen oder ihren Platz ganz verlassen. In Alkohol, auch in Aether fallen sie oft von den Pflanzen ab. Verf. fixirte die Schmarotzer in ihrer natürlichen Stellung durch Einbringen mit ihnen besetzter Pflanzentheile in nahezu siedenden Alkohol. Ref., welcher über Art und Ort der Nahrungsaufnahme dieser Thiere gelegentlich eigene Beobachtungen anstellte, fixirte mit gutem Erfolg durch allmähliche Abkühlung bis zur Kältestarre der Thiere und nachfolgende Tödtung in gewöhnlichem Spiritus. Die sehr feinen und sehr langen Saugborsten der Thiere dringen meist intercellular, sogar zwischen Collenchym- und Sclerenchymzellen hindurch in mannigfachen Windungen und Biegungen bis in den Weichbast vor. Die Ueberwindung der Hindernisse und das Vordringen in oft rückläufiger Richtung wird dem zarten Saugorgan durch eine Hülle aus augenblicklich erstarrender Substanz ermöglicht, welche aus dem Borstenbündel selbst absondert und in deren Canal es sich frei verschieben kann. Beim Herausziehen des Rüssels wird der Canal von jener Substanz ausgefüllt. Verf. wirft die Frage auf, ob dieser Verschluss rein mechanisch oder vielleicht zur Schonung des pflanzlichen Wirths gegen später etwa eindringende Parasiten geschehe. Ref. ist eher geneigt, diese Ausfüllung vom Interesse der Aphiden selbst aus zu erklären. Vielfach werden nämlich Stiche beobachtet, die im Innern der Pflanze von einem primären Stichkanal nach verschiedenen Richtungen sich abzweigen (Büsgen, Fig. 13, 14, 22, 24, 25); ein solches Abzweigen aus der ursprünglichen Richtung wäre für die Saugborsten aber kaum denkbar, wenn nicht der Canal hinter den sich zurückziehenden Saugborsten fest verschlossen würde. Ein erneuter Vorstoss der Borsten müsste sonst wieder in der Höhlung des alten Canals verlaufen.

Andere Pflanzenläuse dringen mit den Saugborsten nicht intercellular bis zum Weichbast vor, sondern durchbohren mit den Borsten nach einander die Parenchymzellen des Blattmesophylls oder der Rinde. In letzterem Falle wird das Plasma, wenn auch oft abgetödtet, doch vollständig in den Zellen zurückgelassen. Aufgenommen werden immer nur dünnflüssige Substanzen wie der Zellsaft; das Saugorgan der Aphiden ist nur für die Aufnahme solcher überhaupt eingerichtet.

In den beiden letzten Kapiteln untersucht der Verf. dann die biologischen Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Pflanzenläusen. Er stellt zunächst fest, dass der den Pflanzen durch Pflanzenläuse zugefügte Schaden, zumal in der freien Natur, meist kein sehr wahrnehmbarer ist und dass auch der von den Thieren gebildete Honigthau weder direct schädigend auf die Pflanzen wirkt, noch auch durch saprophytische Anzucht parasitischer Pilze der Pflanze besonders gefährlich wird. Der auf Honigthauflecken sich ansiedelnde Russthaupilz vermag, wie Verf. zeigt, durch Lichtwegnahme wohl einen geringen Ausfall in der Assimilation zu bewirken, der aber gegen die directe Entziehung von Assimilaten durch die Pflanzenläuse nicht in Betracht kommt. Der letztere Verlust ist bei der Vergeudung, welche die Thiere mit Kohlehydraten treiben, ein sehr beträchtlicher, und Verf. berechnet denselben in einem Falle auf ein Sechstel der organischen Trockensubstanz der Blätter. Gegenüber dieser Stoffentziehung hält Verf. den Nutzen, welchen der Honigthau, extrafloralen Nektarien gleich, durch Anlockung von Ameisen für die Pflanze mit sich bringt, für sehr gering. Am Schlusse seiner lebendigen, von guten, klaren Abbildungen unterstützten Schilderungen, bei welchen eine sorgfältige, unmittelbare Naturbeobachtung den Leser fesselt, discutirt der Verf. dann die Frage, »welchen Nutzen die eigenthümliche Zusammensetzung ihrer Excremente für die Pflanzenläuse habe. Sie muss aufgeworfen werden, wenn wir nicht annehmen wollen, dass hier eine von der sonstigen Sparsamkeit der Natur ganz abweichende Verschwendung nutzbarer Stoffe vorhanden sei.« — »Die angeführten Daten lehren wenigstens, dass die Blattläuse eine wahre Verschwendung mit Stoffen treiben, welche für andere Thiere, wie für die Pflanze bedeutenden Nährwerth besitzen.« Er findet, dass die Anlockung der Ameisen als ein solcher Nutzen zu betrachten ist, da diese gewisse Feinde der Blattläuse wüthend verfolgen und vertreiben. Ref. glaubt, dass die Beantwortung der Frage über den eigenartigen Charakter der Excremente weniger auf biologischem, als vielmehr auf rein ernährungsphysiologischem Gebiete zu suchen ist. Die Ausscheidung so grosser Mengen von Kohlehydraten stellt sich dann für das Insect selbst als keine Verschwendung, sondern als eine blosse Regulirung seines Stoffwechsels dar. Der thierische Körper braucht zu seiner Ernährung neben mineralischen Verbindungen Kohlehydrate und stickstoffhaltige Substanzen in bestimmtem Mengenverhältniss. Da die Blattläuse nur zur Aufnahme dünnflüssiger Nahrung befähigt sind, Protoplasma davon ausgeschlossen ist, so sind sie wesentlich auf den Zellsaft angewiesen, der an stickstoffhaltigen Substanzen relativ arm, dagegen reich an stickstofffreien ist. Im Verhältniss zu den Stickstoffkörpern wird also wohl ein starker Ueberschuss an letzteren dem Verdauungssystem der Thiere zugeführt, der durch den Darm unverbraucht entleert wird. Daher auch der verhältnissmässig sehr grosse Consum von Nahrungssaft, um zum nöthigen Stickstoff zu kommen, und die vom Verf. festgestellte relativ enorme Production von kohlehydratreichen Excrementen — wie Aehnliches ja auch bei Menschen in Gegenden mit ausschliesslicher Kartoffelernährung zu beobachten ist. Interessant für den Pflanzenphysiologen ist in dieser Hinsicht die Thatsache, dass Pflanzenläuse, die vornehmlich aus dem Weichbaste ihre Nahrung nehmen, auch erhebliche Mengen von Honigthau produciren, dass sich denselben also auch im Safte der Weichbastelemente ein bedeutender Ueberschuss von stickstofffreien gegenüber stickstoffhaltigen Körpern darzubieten scheint. F. Noll.

Dr. **E. Elfving**, Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze. Helsingfors 1890.

Nach einer historischen Einleitung, welche eine vollständige Aufzählung der Arbeiten bringt, in denen die Wirkung des Lichtes auf die Pilze zum Gegenstand der Untersuchung gemacht wird, geht Verf. im 2. Cap. auf seine eigenen Beobachtungen über die Wirkung des Lichtes auf die Ernährung der Schimmelpilze näher ein. Seine Resultate lassen sich am besten mit seinen eigenen Worten zusammenfassen: »Bei den Schimmelpilzen wirkt das Licht von einer gewissen unteren Grenze ab hemmend auf die Synthese. Seine Wirkung ist desto geringer, je mehr die aufnehmbaren Nährstoffe sich (in der chemischen Zusammensetzung) dem Protoplasma nähern. Sowohl die ultravioletten als die sichtbaren Strahlen sind bei dieser Hemmung wirksam. Von den sichtbaren Strahlen sind die schwächer brechbaren wirksamer als die stärker brechbaren«.

Im 3. Cap. schildert Verf. seine Experimente über die Aufnahme gasförmiger Kohlenstoffverbindungen aus der Luft durch diejenigen Arten von Schimmelpilzen, mit denen er operierte. Eine Aufnahme von Kohlensäure findet nicht statt, wohl aber eine solche von organischen Verbindungen, womit die Luft des Laboratoriums verunreinigt war, z. B. Essigsäure und Aldehyddämpfen.

Wie Bonnier und Mangin nachwiesen, bewirkt das Licht eine deutliche Hemmung der Kohlensäureabgabe bei Schimmelpilzen. Auf Grund seiner Versuche kommt Verf. in Cap. 4 zu dem Schluss, dass das Licht bei ausgewachsenen Schimmelpilzen ohne merkbaren Einfluss auf die Atmung sei. Dagegen setzt es bei jungen Schimmelpilzen die Atmung herab, wobei die schwächer brechbaren Lichtstrahlen die wirksameren sind.

Auf das letzte Cap. muss ich etwas genauer eingehen. Verf. experimentierte mit Massenculturen des spontan aufgetretenen Aspergillus glaucus und erhielt bei der Sporenkeimung 3 Typen der Auskeimung. Typus 1 mit graden, dünnen, spärlich verzweigten Hyphen, Typus 2 mit dicken, reichlich, fast dichtem verzweigtem Mycel. Bei den 3. Typus tritt aus der angeschwollenen Spore eine unregelmässig aufgeschwollene Mycelanlage hervor, die erst allmählich zum langgestreckten Mycel auswächst. Material desselben Pilzes von einem andern Ort lieferte nur den Typus 1.

Werden mehrere Tage alte Bierwürzeculturen einer bestimmten, relativ starken Lichtintensität ausgesetzt, so sprossten aus den Fäden des Typus 2 und 3 Hefeconidien hervor, während Typus 1 immer nur den typischen Aspergillus lieferte. Bei der fortgesetzten Cultur des spontanen Aspergillus ergab sich im Verlauf nur Typus 1. »Die Art hatte also anfangs eine gewisse, wohl vom wilden Zustande mitgebrachte, bei der Keimung zum Ausdruck gelangende Neigung zum Variieren; diese ist im Laufe der Cultur verloren gegangen«.

Die erwähnte Hefe stellte sich nun nicht als einheitlich heraus, sondern erwies sich aus 3 Modificationen zusammengesetzt, die physiologisch unterschieden sind. Die A-Hefe wächst unter günstigen Umständen in einzelnen Exemplaren zu Penicillium aus, die B-Hefe nicht, die C-Hefe lieferte in einem Falle wieder Aspergillus glaucus. Das aus der A-Hefe erhaltene Penicillium konnte nicht zur Ascenfructification gebracht werden.

Dies unerwartete Resultat des Zusammenhangs von Aspergillus und Penicillium legt er sich durch folgende Ueberlegung zurecht. Man fasste früher unter der Bezeichnung Hefe eine Menge von Entwicklungszuständen heterogener Pilzspecies zusammen. Das Genus Saccheromyces wurde erst durch die Sporenbildung characterisiert, während nun die andern unter der »Wuchsform« Hefe zusammengefassten Formen ihren Platz im Entwicklungscyclus anderer Pilzspecies fanden. Bisher nun galt Penicillium als ein durch seine Ascenfructification wohlbegründetes Genus. Gleichwohl ist es jetzt nach den erhaltenen Resultaten nothwendig, eine »Wuchsform« Penicillium zu unterscheiden, welche, obgleich zwar morphologisch ausserordentlich mit dem typischen Penicillium glaucum übereinstimmend, doch als Conidienform zu andern Pilzspecies gehört.

Verfasser zeigt dann weiter, dass er wirklich mit 3 Formen einer »Wuchsform« Penicillium experimentiert habe, die sich 1) durch ihre verschiedene Sporengrösse, 2) durch verschiedene ihrem Wachsthum am meisten förderliche Temperaturoptima, 3) durch verschiedene Menge in der Nährflüssigkeit gebildeten Alcohols unterschieden. Das eine dieser 3 Penicillien hatte er aus einer rosafarbenen Hefe erzogen. Aus einer ähnlichen Hefe erhielt er sogar 5 verschiedene Fruchtformen: Penicillium, Alternaria, Verticillium, Hefeconidien und sclerotienähnliche Gebilde.

Dies in Kürze der Gang der Untersuchungen. Man fragt sich unwillkürlich, ob die Brefeldschen exacten Untersuchungen so ganz spurlos an den Mykologen vorübergegangen sind. Sollen die längst abgethanen Zeiten eines Hallier und Bail wieder heraufbeschworen werden, diesmal freilich unter der Flagge der wissenschaftlichen Reinculturen Hansens?

Gegen Resultate, die aus Massenculturen hervorgegangen sind, muss man von vorn herein eine vorsichtige Stellung einnehmen. Zum mindesten müssen sie stets durch Culturen aus einzelnen Sporen controliert werden. Glaubt Verf. bewiesen zu haben, dass der Typus 2 und 3 der Sporenkeimung nun auch wirklich zu Aspergillus gehören? Von Typus 1 ist die Zusammengehörigkeit mit Aspergillus kaum zweifelhaft, er bildet deshalb auch keine Hefe und hält sich völlig im Rahmen der bekannten Entwicklung. Wenn sich aus der C-Hefe einmal Aspergillus ergeben hat, so liegt die Erklärung näher, dass eine einzelne Spore dieses Pilzes angeflogen ist. Dies wird um so wahrscheinlicher, da Verf. weder in diesem, noch in allen andern Fällen, wo Penicillium aus den Hefen herauswuchs, den Zusammenhang der Conidienträger mit der Keimspore gesehen hat. Er ist sich dieses wunden Punktes in seiner Untersuchung auch voll bewusst; aber fragen wir uns unwillkürlich, weshalb operiert er dann nicht nach Methoden, die jede Täuschung von vorn herein ausschliessen?

Der Gedanke, Penicillium zu einer Wuchsform umzugestalten, ist so eigenthümlich, dass er eigens zur Rettung der zweifelhaften Resultate erfunden zu sein scheint.

Auf eine Kritik des Art- und Formbegriffs, wie ihn Verf. nach den physiologischen Merkmalen annimmt, einzugehen, ist hier nicht der Ort. Lindau.

C. Steinbrinck, Zur Theorie der hygroskopischen Flächenquellung und -schrumpfung vegetabilischer Membranen, insbesondere der durch sie hervorgerufenen Windungs- und Torsionsbewegungen. Bonn, F. Cohen 1891. 128 S. 3 Tafeln.

Seit 1879, dem Jahre, in welchem Reinke's »Untersuchungen über die Quellung einiger vegetabilischen Substanzen« veröffentlicht sind, ist eine grössere, umfassende, theoretische Abhandlung über das Quellungsphänomen nicht mehr erschienen. Dahingegen ist inzwischen unsere Kenntniss der Quellungsvorgänge der Pflanzenmembran durch eine Reihe specieller Arbeiten wesentlich erweitert worden; namentlich über die Hauptrichtungen der Flächenquellung, im Zusammenhang mit der anatomischen Structur einerseits und mit den optischen Axen andrerseits, hat das letzte Decennium auf Grund von eingehenden und genauen Forschungen näheren Aufschluss gegeben.

Auch die oben bezeichnete Abhandlung ist zunächst darauf gerichtet, den Connex der Quellungsaxen der Zellwände mit der Streifenrichtung und ihren Hauptnormalen durch eine mathematische Discussion der hygroskopischen Formänderungen von Zellen und Zellcomplexen complicirteren Baues aufs neue zu erweisen. Sie sucht aber ausserdem gewissermassen das theoretische Facit aus den einschlägigen Forschungsergebnissen des letzten Jahrzehnts zu ziehen.

Diese sind nämlich nicht allein für das Verständniss der hygroskopischen Mechanismen, durch welche die Ausstreuung der Samen und vieler Sporen, sowie des Pollens bewerkstelligt wird, von Wichtigkeit, sondern wegen ihrer Beziehungen zu den Theorieen über den inneren Bau der Zellmembranen von weit allgemeinerem Interesse. Bilden die Quellungsvorgänge der Pflanzensubstanzen doch nebst deren optischen Eigenschaften die Grundpfeiler, auf welchen die Micellarhypothese Nägelis aufgebaut ist. Während diese Theorie nun gegenüber den Angriffen von Ebners auf Grund des optischen Verhaltens der Membranen und einiger ihrer Derivate zur Zeit von Schwendener und Ambronn mit Erfolg vertheidigt wird, sucht Ref. die neueren Erfahrungen über das Quellungsellipsoïd als Rüstzeug gegen Nägelis Gegner von Höhnel und Wiesner zu verwerthen. Aus der Erfahrungsthatsache nämlich, dass das Quellungsminimum der Zellhaut mindestens sehr nahe in die Streifenrichtung fällt, schliesst er, dass die Dermatosomenhypothese Wiesners, soweit sie die Imbibition zu erklären unternimmt, unhaltbar sei, und weist an der Hand der zweiten Thatsache, dass nämlich das Schrumpfungsmaximum fast durchweg normal zur Membranfläche gerichtet ist, die Spannungshypothese von Höhnels zurück. Da aber andrerseits nach der Widerlegung der Nägelischen Annahme von der Doppelstreifung die älteren Darlegungen dieses Forschers über den feineren Aufbau der Zellmembranen ihre volle Gültigkeit eingebüsst haben, so sucht Ref. durch eine elementar-mathematische Discussion der Ortsveränderungen, welche die Zellhauttheilchen bei der Wasseraufnahme und -abgabe erleiden, einen tieferen Einblick in die Eigenart des micellaren Baues der Pflanzenmembran vorzubereiten. Er geht dabei zunächst lediglich von der Voraussetzung aus, dass irgendwelche Verkürzungen freier Membranen bei der Imbibition ausgeschlossen seien, und zeigt, dass unter solcher Bedingung für die Quellungs- und Schrumpfungsverschiebungen der Theilchen einer freien homogenen ebenen Membranfläche ein Satz gilt, den bereits vorher von Höhnel in unbestimmterer Fassung ausgesprochen, aber nicht bewiesen hat: der Satz nämlich, dass diese Ortsveränderungen sich auf simultane ebenmässige Verschiebungen nach 2 rechtwinklig gekreuzten Richtungen reduciren, welche die Linien des Quellungs- resp. Schrumpfungsmaximums und -minimums darstellen. Die Coïncidenz der einen von diesen Linien mit der Streifenrichtung wird nun benutzt, um den gesuchten Aufschluss über den micellaren Bau der Zellmembranen zu gewinnen. Es wird nämlich auseinandergesetzt, dass diese Coïncidenz ohne merkliche Abweichung erhalten bleibt, wenn auch die Micelle und ihre Verbände innerhalb derselben Membran in der Grösse differiren und in der Lage ihrer Grenzflächen nach jeder denkbaren Richtung regellos variiren, sobald ihre längsten Durchmesser nur im Allgemeinen der Streifenrichtung parallel gestellt sind, und die Homogenität der Membran im gröberen Sinne trotz dieser Variationen bewahrt ist. Unter dieser Bedingung addiren sich die ev. unregelmässigen Verschiebungen der Einzelmicelle zu rechtwinklig zu einander gerichteten der gröberen Substanzpartikeln, etwa wie nach der Huyghensschen Undulationstheorie des Lichtes die Elementarwellen der zahllosen in Schwingung versetzten Aethertheilchen eines doppelbrechenden Krystalls nur nach 2 Richtungen Lichtstrahlen als Fortsetzung eines von aussen eindringenden Strahles liefern.

Bezüglich der oben erwähnten hygroskopischen Mechanismen sucht Ref. den Satz zu begründen, dass dieselben sich durchweg auf die rationelle Anordnung und Ausgestaltung der Micelle ihrer wirksamen Wandmassen zurückführen lassen. Er beschränkt den Geltungsbereich dieser Behauptung allerdings vorerst auf die trockenen Organe, welche die Aussaat der Samen vermitteln, verhehlt aber nicht, dass dieser Satz sich seiner Ansicht nach wahrscheinlich auch auf Sporangien und Pollensäcke ausdehnen lassen werde.

Aus dem zweiten, speciellen Theil der Abhandlung, welcher sich vornehmlich mit der Theorie der Windungs- und Torsionsbewegungen schrumpfender Zellen beschäftigt, dürfte von allgemeinerem Interesse die Besprechung der Frage sein, wie die tordirenden Elemente eines Organs am zweckmässigsten anzuordnen seien, wenn dasselbe entweder möglichst »torsionskräftig« oder möglichst »torsionsfest« gebaut sein soll. Im ersteren Falle wären diese Elemente dem Centrum zunächst, im zweiten Falle an der Peripherie unterzubringen. Bezüglich des übrigen Inhalts sei auf das Original verwiesen. Die Hauptresultate desselben sind am Schlusse zusammengestellt.

Lippstadt. Steinbrinck.

Arthur Meyer, Wissenschaftliche Drogenkunde, ein illustriertes Lehrbuch der Pharmakognosie und eine wissenschaftliche Anleitung zur eingehenden botanischen Untersuchung pflanzlicher Drogen für Apotheker. Erster Theil. Mit 269 Abbildungen. Berlin, H. Gärtner's Verlagsbuchhandlung. 1891.

Als wichtigste Aufgabe des Apothekerstandes betrachtet der Verf. die intensive wissenschaftliche und praktische Pflege der Apothekerwaarenkunde im weitesten Sinn; eine Aufgabe, welche unter den jetzigen Verhältnissen eine sehr schwierige genannt werden muss. Das vorliegende Buch nun hat die Aufgabe »den angehenden Apotheker zur selbständigen Untersuchung eines Theiles der Arzneimittel anzuregen und ihn dadurch wissenschaftlich sehen und schliessen zu lehren«. Dazu ist natürlich eine gründliche botanische Ausbildung nothwendig; demgemäss geht dem pharmakognostischen Theile des Werkes eine kurze Darstellung der Morphologie und Anatomie der Phanerogamen voraus, welcher eine allgemeine Anatomie der Phanerogamen folgt, worauf im vierten Abschnitt die »specielle Morphologie und Anatomie der äusseren Organe der Pflanze und Pharmakognosie der als Drogen verwendeten Pflanzentheile« behandelt wird, und zwar im vorliegenden ersten Theile zunächst die Samendrogen und Wurzeldrogen. Dass sowohl die allgemein botanische als die pharmakognostische Darstellung eine äusserst sorgfältige und dem neuesten Standpunkt entsprechende ist, braucht bei einem Buche des Verf. kaum besonders hervorgehoben zu werden. Die Behandlung der einzelnen Drogen ist in Form eingehender aber klarer und präciser Monographien gegeben, denen eine Aufzählung der Litteratur (über Verbreitung und Kultur, Morphologie und Anatomie sowie die Chemie) vorausgeht; nicht nur der Apotheker, sondern auch der Botaniker wird hier zahlreiche Untersuchungsergebnisse des Verf. über die Morphologie und Anatomie der als Drogen benützten Pflanzentheile finden. K. G.

Casimir de Candolle, Recherches sur les inflorescences épiphylles. Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève, Vol. supernuméraire 1890. No. 6. Mit 2 Tafeln.

Eine Anzahl Dikotylen zeigen die eigenthümliche Erscheinung, dass die Blüthenstände auf den Blättern entspringen, so Hellwingia japonica, Phyllonoma ruscifolia und andere Arten, Chailletia-Arten, Stephanodium peruvianum, Polycardia phyllanthoïdes u. a. Gewöhnlich betrachtet man diese Erscheinung als zu Stande gekommen durch Verwachsung von Blatt und Inflorescenz, sei es, dass man sich mit dem, wie der Verf. mit Recht bemerkt, vagen Ausdruck congenitaler Verwachsung begnügt, sei es, dass angenommen wird, Inflorescenzanlage und Blattanlage seien ursprünglich getrennt und werden dann durch das Wachsthum des unter ihrer Insertion gelegenen Achsengewebes auf gemeinsamem Podium emporgehoben. Der Verf. dagegen kommt zu dem Resultat, »la position normale des stipules ainsi que la structure anatomique des feuilles prouvent que l'inflorescence épiphylle est un produit de la feuille et non un bourgeon axillaire entraîné avec elle par une accrescence subséquente de l'axe«, und er meint »que la feuille fertile représente le type le plus développé de toute la série des phyllomes«. In Wirklichkeit aber ist die Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten gar keine so grosse. Denn, dass sich der Achselspross eines Blattes ursprünglich — bei der Anlage — auf demselben entwickelt, ist gar kein seltenes

Vorkommniss [1]. Im fertigen Zustand sieht man dies nicht mehr, weil das dem Achselspross und dem Tragblatt gemeinsame Stück des letzteren nicht oder nur wenig wächst. Bei den epiphyllen Infloreſcenzen wird, so weit die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung reicht, der zur Inflorescenz werdende Achselspross ebenfalls auf dem Deckblatt angelegt. Aber der Theil des letzteren unterhalb des Achselsprosses entwickelt sich hier weiter, so dass im fertigen Zustand die Inflorescenz auf dem Blatt erscheint. Diesem früh eintretenden Vorgang entspricht dann auch das vom Verf. näher besprochene anatomische Verhalten.

Im Uebrigen sei daran erinnert, dass bei Utricularia die Blüthenstände auf den Blättern homologen Organen entspringen, und dass Blätter, auf denen, so lange sie noch im embryonalen Zustande sich befinden, normal Sprosse entstehen, sowohl bei Phanerogamen (Bryophyllum) [2] als bei zahlreichen Farnen vorkommen. Derartige Sprosse unterscheiden sich von den blattbürtigen Axillarsprossen dadurch, dass sie an einem andern Theil der Blattanlage als dem dem Stamme nächstgelegenen entstehen. Dass dieser letztere für die Verzweigung der vortheilhafteste ist, bedarf keiner näheren Begründung. Die blattbürtigen Inflorescenzen sind auch verhältnissmässig klein und unscheinbar, für grosse schwere Blüthenstände wäre eine solche Stellung recht ungeeignet.

Die Unterscheidung von »feuilles fertiles« und »feuilles steriles« (d. h. inflorescenztragendenden und gewöhnlichen) können wir somit nicht für eine begründete halten, weil, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, eine Grenze zwischen beiden sich in keiner Weise ziehen lässt. K. G.

Eingegangene Litteratur.

Berichte der Pharmaceutischen Gesellschaft. I. Jahrg. Heft 1 u. 2. Berlin 1891.
Berichte der schweizerischen Botanischen Gesellschaft. Basel u. Genf 1891. Heft 1.
Boehm, Umkehrung des aufsteigenden Saftstromes. S.-A. aus den Ber. der Deutschen Bot. Ges. Bd. VIII. Heft 6. 1890.
— — Ursache der Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen. S.-A. aus den Verh. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien 1890.
— — Zwei neue Versuche über die Wasserversorgung transpirirender Pflanzen. S.-A. aus den Sitzungsber. der k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1890.
Breda de Haan, Anatomie van het geslacht Melocactus.
Buchenau, Die »springenden Bohnen« aus Mexico. S.-A. aus den Abhandl. herausg. v. Naturwiss. Verein zu Bremen. Bd. XII. 1891.
Burck, Opmerkingen over de onder den naam van Erythroxylon coca in Ned. Indie gecultiveerde gewassen. S.-A. aus Teysmannia.
De Candolle, Recherches sur les inflorescenses épiphylles. S.-A. aus Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. Genf 1890. No. 6.
Chodat, Contribution à l'étude des plastides. S.-A. aus Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1891. No. 2.
Colmeiro, Resumen de los datos estadisticos concernientes à la vegetación espontánea de la Peninsula hispanolusitana é islas Baleares.
Eberdt, Beiträge zur Entstehungsgeschichte der Stärke. S.-A. aus Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. 1890 Bd. XXII. Heft 3.

---

[1] Man vergleiche die von Warming (forgrenings forhold) angeführten Fälle, auch Goebel, vergl. Entwicklungsgesch., pag. 194.

[2] In feuchten Gewächshäusern ist es nicht selten, dass die Knospen schon austreiben, so lange das Blatt noch an der Pflanze sitzt.

Elfving, Ueber physiologische Fernwirkung einiger Körper. S.-A. aus Commentationes variae etc. Edidit Universitas Helsingforsiensis 1890.

Gilg, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der xerophilen Familie der Restiaceae. S.-A. aus Engler's Botan. Jahrb. Bd. XIII. Leipzig 1891.

Haberlandt, Ueber den Bau und die Bedeutung der Chlorophyllzellen von Convoluta Roscoffensis Leipzig 1891.

Heinricher, Neue Beiträge zur Pflanzen-Teratologie und Blüthen-Morphologie. S.-A. aus der Oesterr. botan. Zeitschr. Wien 1891. No. 2.

Hieronymus, Beiträge zur Kenntniss der europäischen Zoocecidien und der Verbreitung derselben. S-A. aus dem Ergänzungsheft zum 68. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau 1890.

Janczewski, Études comparées sur le genre Anemone. S.-A. aus dem Bull. internat. de l'Acad. des sciences de Cracovie. Decbr. 1890.

Janse, Proeve eener verklaring van Sereh-verschijnselen. S.-A. aus Mededeelingen uit 'slands plantentuin. Batavia 1891.

Kanitz, Le cardinal Haynald archevêque de Kalosca considéré comme botaniste. Traduit avec l'autorisation de l'auteur par E. **Martens**. Gand 1890.

Karsten, G., Ueber die Mangrovevegetation im Malayischen Archipel. S.-A. aus den Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. Berlin 1890. Bd. VIII. Generalversammlungsheft.

Keller, Beiträge zur schweizerischen Phanerogamenflora. S.-A. aus dem botanischen Centralblatt 1889 und 1890.

Kienitz-Gerloff, Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. S.-A. aus der botan. Zeitg. 1891. No. 1—5.

Klebahn, Ueber die Formen und den Wirthswechsel der Blasenroste der Kiefern. S.-A. aus den Bericht. der deutsch. Botanischen Gesellsch. 1890.

Kny, Ueber wissenschaftliche Aufgaben des Gartenbaues. S.-A. aus der »Gartenflora«. Berlin 1891.

Kraus, Ueber das Kalkoxalat der Baumrinden.

Kruch, I fasci midullari delle Cicoriacee. S.-A. aus d. Annuario del R. Istituto Botanico di Roma. Vol. IV. 1890.

Kuntze, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Malvaceen. S.-A. aus Botan. Centralbl. 1891. Bd. XLV.

Magnus, Erstes Verzeichniss der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze. S.-A. aus dem XXXIV. Jahresber. der Naturforsch. Gesellsch. Graubündens.

Meyer, Arthur, Wissenschaftliche Drogenkunde. Theil I. Berlin 1891. R. Gärtner's Verlag.

Müller, Hans Carl, Ueber die Entstehung von Kalkoxalatcrystallen in pflanzlichen Zellmembranen. Leipziger Inaug.-Diss. Prag 1890.

Oltmanns, Ueber die Bedeutung der Concentrationsänderung des Meerwassers für das Leben der Algen. S.-A. aus den Sitzungsber. der Kgl. Acad. d. Wissensch. Berlin 1891.

Palladin, Transpiration als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen. S.-A. aus den Berichten der Deutschen Botan. Gesellsch. 1890. Bd. VIII. Heft 10.

Peirce, Notes on Corticium Oakesii, B. & C. and Michenera Artocreas, B. & C. S.-A. aus Bulletin of the Torrey Botanical-Club. Vol. XVII. No. 12. 1891.

Pfeifer, Die Arillargebilde der Pflanzensamen. S.-A. aus Engler's Botan. Jahrb. Bd. XIII.

Potonié, Führer durch die pflanzengeographische Anlage im kgl. botanischen Garten zu Berlin. Berlin 1890. Ferd. Dümmler's Verlag.

— — Der im Lichthof der königl. geologischen Landesanstalt und Bergacademie aufgestellte Baumstumpf. Mit Wurzeln aus dem Carbon des Piesberges. S.-A. aus dem Jahrb. der königl. preuss. geolog. Landesanstalt für 1889.

Russow, Zum Gedächtniss an Alexander von Bunge. S.-A. aus den Sitzungsber. der Dorpater Naturf. Gesellsch. 1890.

Schimper, Ueber Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration, besonders in der Flora Java's. S.-A. aus den Sitzungsber. der kgl. preuss. Academie der Wissenschaften, 1890, XL.

Solms-Laubach, Ueber die Fructification von Bennettites Gibsonianus Carr. S.-A. aus der Botan. Zeitung 1890, No. 49—52.

— — Ueber die Species in der Gattung Rafflesia, insonderheit über die auf den Philippinen sich findenden Arten. S.-A. aus den Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. Vol. IX. Leiden 1891.

Stizenberger, Bemerkungen zu den Ramalina-Arten Europas. S.-A. aus dem XXXIV. Jahresber. der Naturf. Gesellsch. Graubündens. Chur 1891.

Thonner, Anleitung zum Bestimmen der Familien der Phanerogamen. Berlin 1891. Verlag von R. Friedländer & Sohn.

De Toni, Sulla Navicula aponina Kuetz. e sui due generi Brachysira Kuetz. e Libellus Cleve. nota.

Tschirch, Physiologische Studien über die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben. S.-A. aus den Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. Vol. IX. Leiden 1891.

De Vries, Steriele Mais als erfelijk ras. — Eenige gevallen van klemdraai bij de meekrap (Rubia tinctorum). S.-A. a. d. botanisch Jaarboek der Dodonaea. Gent 1891.

Warburg, Die Liukiu-Inseln. S.-A. aus den Mittheilungen der Geogr. Gesellsch. in Hamburg, 1890.

— — Beiträge zur Kenntniss der papuanischen Flora. S.-A. aus Engler's bot. Jahrb. Bd. 13. H. 2 1891.

von Wettstein, Leitfaden der Botanik für die oberen Classen. Wien 1891. F. Tempsky's Verlag.

Zacharias, Ueber Bildung und Wachsthum der Zellhaut bei Chara foetida. S.-A. aus den Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1890.

Zukal, Ueber einige neue Pilzformen und über das Verhältniss der Gymnoascen zu den übrigen Ascomyceten. S.-A. aus den Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. VIII. Heft 8. 1890.

— — Thamnidium mucoroides n. sp. S.-A. aus den Verh. der k. k. zool.-botan. Gesellschaft in Wien. 1890.

— — Epigloea bactrospora. S.-A. aus der österr. botan. Zeitschrift. 1890. No. 9.

— — Ueber die Diplocolonbildung. S.-A. aus Notarisia, 1890, No. 21.

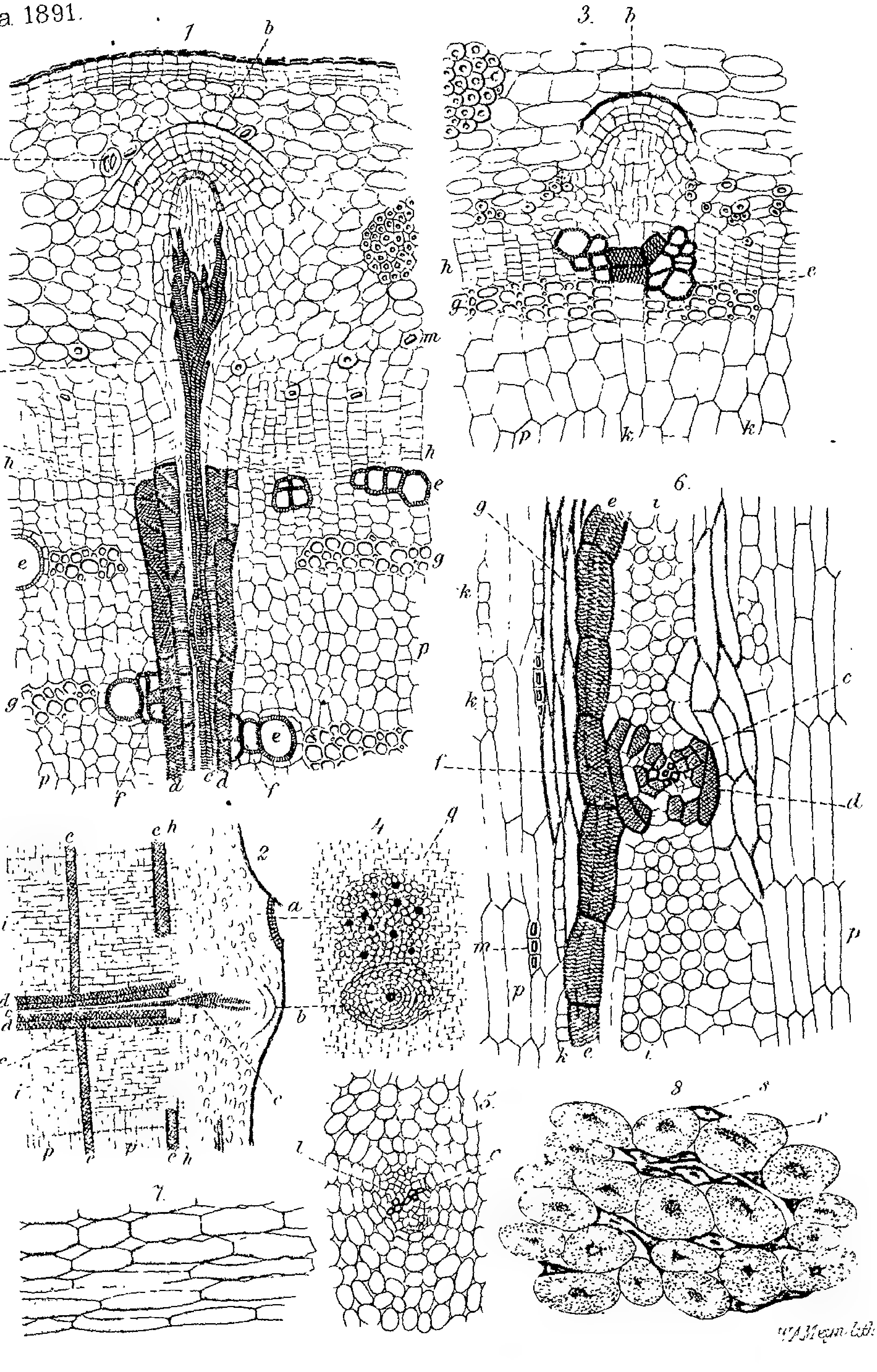
Berichtigung zu der Arbeit über Halbflechten von H. Zukal.

Auf p. 92 und p. 97, Anmerkung, des 1. Heftes dieses Jahrganges soll es statt Parüphädria Paryphydria (Kragenurne) heissen. Von παρυφή der Kragen und ὑδρία die Urne. Zukal.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Taf. IV.

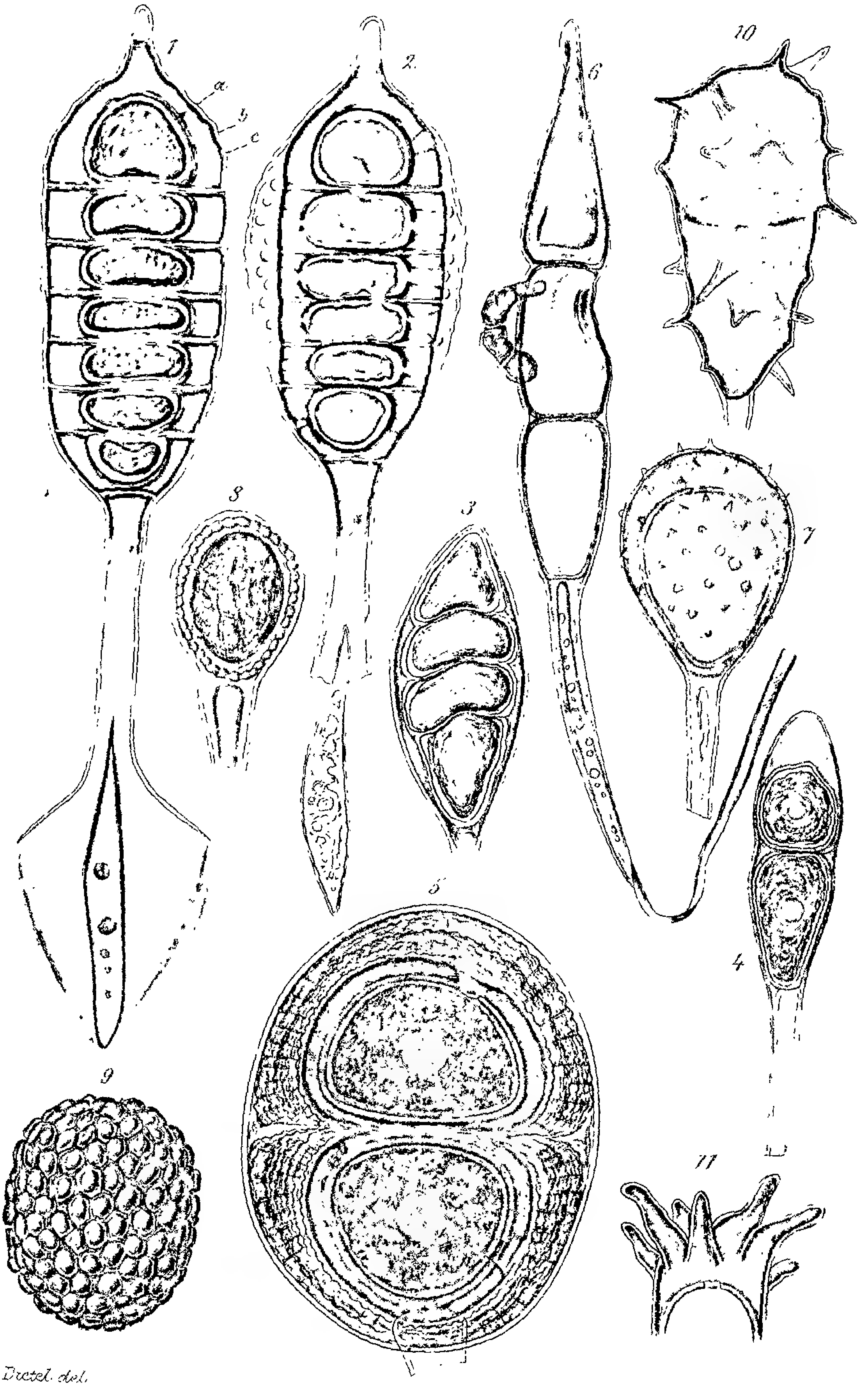
Flora 1891.


1
b
m
c
d
h
e
g
p
f
2
a
i
3
k
4
5
l
6
7
8
s
r

H Klebahn del.

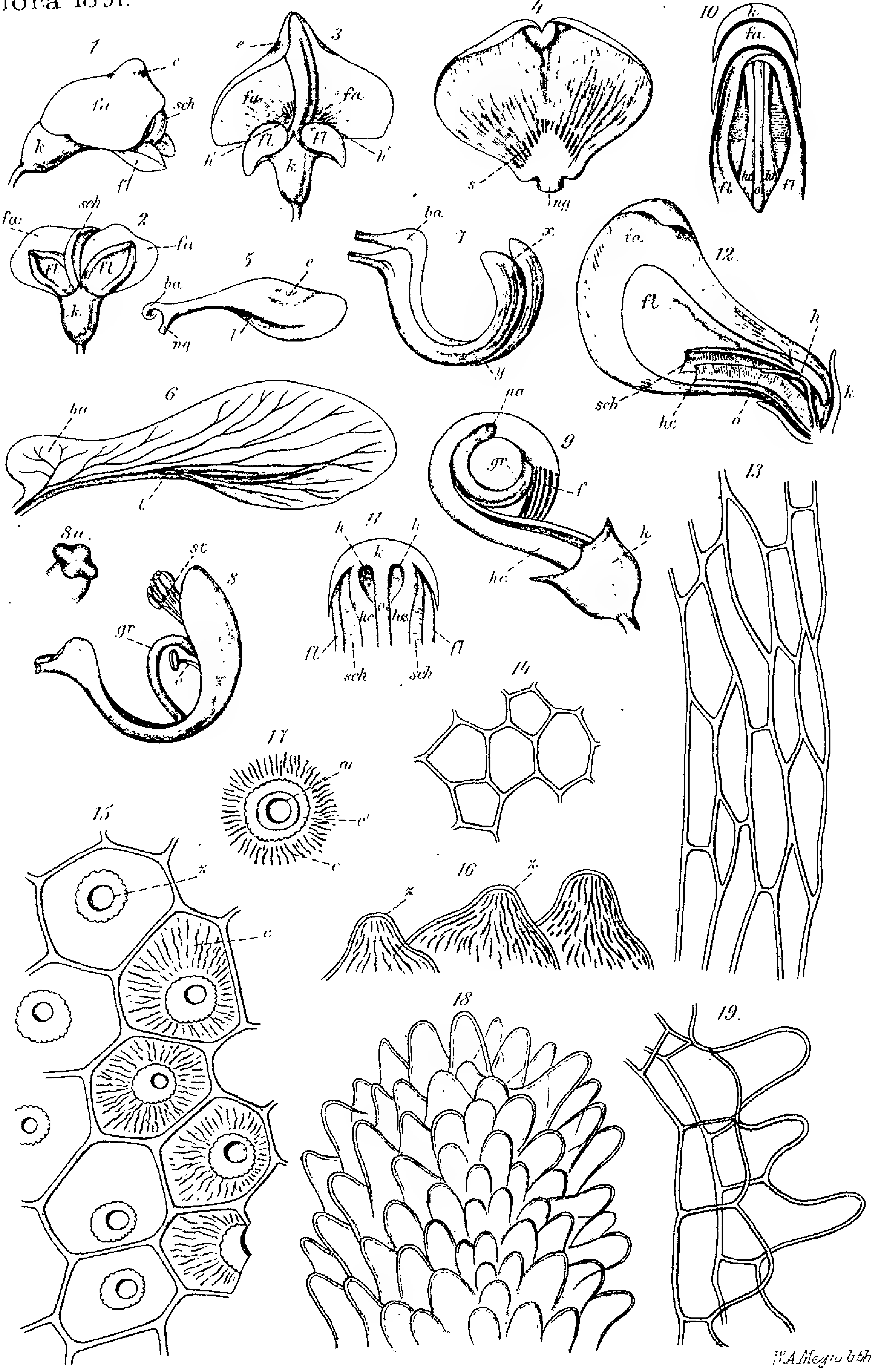
W.A.Meyn lith.

Taf. V.


1
a
b
c
2
6
10
8
3
7
4
5
9
11

P. Dietel del.

W.A. Meyn lith.


1
e
fa
sch
k
fl
2
sch
fa
fa
fl
fl
k
3
e
fa
fa
fl
fl
h'
h'
k
4
s
ng
10
k
fa
fl
ht
ht
o
fl
5
ba
e
ng
l
7
ba
x
y
12
fa
fl
h
sch
hc
o
k
6
ba
l
9
na
gr
f
hc
k
13
8a
8
st
gr
o
11
h
h
k
o
hc
hc
fl
fl
sch
sch
14
17
m
c'
c
15
z
c
16
z
z
18
19

Autor del.

W.A.Meyn lith.

Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe.

Von

C. Steinbrinck.

(Hierzu Tafel VII und eine Textfigur).

Die Untersuchungen über die hygroskopischen Mechanismen der Pflanzen sind, wenigstens soweit diese mit der Samenaussaat in Beziehung stehen, im Laufe des letzten Jahrzehnts zu einem gewissen Abschluss gediehen. Sie haben nämlich klargelegt, dass die Spannungen, welche in den absterbenden oder todten Geweben der betreffenden Organe durch die Aenderung des Wassergehaltes entstehen, so verschiedenen Ursprungs sie auch im einzelnen sind, doch ganz vorwiegend auf einer und derselben physikalischen Eigenthümlichkeit der Pflanzenmembran beruhen und zwar darauf, dass deren Grössenzu- und abnahme bei der Imbibition und bei Wasserverlust nach ihren einzelnen Dimensionen eine ungleiche ist. Die besagten Untersuchungen haben ferner gelehrt, dass sich die für die Mechanik jener Organe hauptsächlich in Betracht kommenden Linien der stärksten und schwächsten Schrumpfung und Quellung auf mikroskopischen Schnitten aus der Lage ihrer Wandflächen, resp. Schichten, sowie aus derjenigen der Poren, Streifen oder Verdickungsbänder gewöhnlich leicht ablesen lassen, weil die ersterwähnte Linie zur Schichtung senkrecht steht, die zweite den Streifen, Poren oder Bändern parallel läuft. In diesem Ergebniss ist der Schlüssel gefunden worden, der uns das Verständniss für die ungemein reiche Mannigfaltigkeit in der anatomischen Ausbildung jener Organe, vor allem für die Eigenart der Anordnung und Wandstructur ihrer Gewebselemente eröffnet hat.

Auf diesem begrenzten Gebiete ist somit ein Fortschritt ähnlicher Art, wenn auch von beschränkterer Bedeutung erzielt worden, wie er zu verzeichnen war, als das Räthsel des wechselvollen Aufbaues der mechanischen Gewebe in den vegetativen Organen durch die Heranziehung der statischen Gesetze aufgehellt, oder da die zahllos-verschiedenen Blütheneinrichtungen als Hülfsmittel zur Sicherung der Bestäubung erkannt wurden. Ja wenn man berücksichtigt, dass die bezeichnete Lage der Hauptaxen des Schrumpfungs- und Quellungsellipsoides der Pflanzenmembran in ihrer micellaren Constitution und, soweit sich bis jetzt beurtheilen lässt, nur in dieser ihre vollständige Erklärung findet, so wird man zugeben müssen, dass wenige biologisch für die Pflanze bedeutungsvolle Bewegungsvorgänge in gleichem Masse bis nahe an die Grenzen unserer Erkenntniss heran in ihren Ursachen verfolgt sind, wie diejenigen, welche sich in den austrocknenden aufspringenden Samenbehältern und allerlei Hülfsorganen derselben, wie Fruchtstielen, Grannen und Hüllblättern abspielen. Denn Dank der genialen und ihrer Zeit vorauseilenden Conception Nägelis sind wir in den Stand gesetzt, diese Bewegungen auf die Anordnung, Form- und Grösse der kleinsten Substanztheilchen zurückzuführen und damit einer Hauptforderung der neueren Naturwissenschaft zu genügen.

Ich habe mich über dieses Forschungsresultat, das wir den aneinanderschliessenden Arbeiten Mehrerer verdanken, bereits in einer kürzlich erschienenen, allgemein-orientirenden Abhandlung [1]) ausgelassen. Dort sind aber die speciellen Resultate meiner letzten diesbezüglichen mikroskopischen Untersuchungen nur flüchtig angedeutet. Dieselben sollen daher hier ausführlicher mitgetheilt und begründet werden. Sie dürften vermuthlich darum ein weiteres Interesse beanspruchen, weil sie zugleich geeignet sind, auf die bisher noch nicht genügend aufgeklärten hygroskopischen Mechanismen der Staub- und Sporenbehälter einiges Licht zu werfen, deren Kleinheit ein eingehendes Experimentiren mit ihren einzelnen Wandungen und Wandcomplexen erschwert hat, und die z. Th. recht complicirte Erscheinungen zeigen. Wer z. B. auch nur die umfassendste Arbeit über die Antheren [2]) zur Hand nimmt, einen Blick auf die verwirrende Mannigfaltigkeit der anatomischen Darstellungen ihrer Tafeln wirft und sich dann aus dem Texte Aufschluss zu holen sucht, warum die dargestellte Wandstructur in einem Einzelfalle gerade die angemessenste ist, der wird sehr häufig eine Enttäuschung empfinden, namentlich wenn er erfahren hat, wie bei nicht minder complicirten Verhältnissen anderer Organe, z. B. den Grannen von Erodium und Pelargonium, Stipa und Avena die Wandstructur der Zellen bis ins Einzelnste durch die angeführte constante Orientirung des Quellungsellipsoides ihre Aufklärung findet. Wer aber mit diesen Specialitäten nicht vertraut ist, der möge sich erinnern, in welchem Masse sich z. B. die subtilsten Details der Blüthenorgane, z. B. ihre lokale Behaarung oder Farbenzeichnung durch Sprengels, Darwins, Hermann Müllers u. A. Forschungen unserem Verständniss in ihrer biologischen Wirksamkeit enthüllt haben. Wenn man aber ausser Leclerc noch andere Autoren zu Rathe zieht, so findet man z. B. über den Mechanismus der Berberideen-Klappen bei Schinz [3]), Schrodt [4]) und Leclerc jedesmal eine andere Darstellung.

Mir scheint es nun kaum glaubhaft, dass die Zellmembran in den Staubbeuteln einer Pflanze andere physikalische Eigenschaften besitzen solle, als in deren Fruchtgeweben. Es wird also die Aufgabe in Angriff

---

1) Zur Theorie der hygroskopischen Flächen-Quellung und Schrumpfung etc. Bonn 1891, F. Cohen.

2) Leclerc du Sablon, Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères; Ann. des sciences nat. 7. Série T. I. Paris 1885. pag. 97 ff.

3) Schinz, Untersuch. über den Mechanismus des Aufspringens der Sporangien und Pollensäcke. Dissertation. Zürich 1883.

4) Schrodt, Das Farnsporangium und die Anthere. Flora 1885. pag. 455 ff.

genommen werden müssen, auch in den Pollensäcken die Lage des Quellungsellipsoides aufzusuchen, und zu prüfen, in wie weit die Orientirung desselben für sich allein über die auftretenden hygroskopischen Spannungen Aufschluss zu geben vermag. Leclerc hat in dieser Beziehung zu wenig experimentirt und sich zu sehr auf das anatomische Bild allein verlassen. Schinz und Schrodt sind zwar in diesem Punkte weit sorgfältiger gewesen; ihre Resultate widersprechen einander jedoch zum grossen Theil; zudem haben beide 1883 bez. 1885 die Anordnung des Quellungsellipsoids noch nicht genügend in ihrer mechanischen Bedeutung zu würdigen vermocht.

Mit Rücksicht hierauf habe ich ausser einer Anzahl von Perikarpien auch einige Pollensäcke der Untersuchung unterworfen. Ich wählte die sowohl von Schinz[1]) als von Schrodt[2]) behandelten Pollenbehälter der Cycadeen, weil in den Figuren der Schinz'schen Tafel die Schichtung ihrer dynamischen Zellen eingetragen ist, und deren Streifung wenigstens z. T. angedeutet erscheint, somit aus denselben unmittelbar eine Diagnose auf die wirksamen hygroskopischen Spannungen geschöpft werden konnte. Es möge hier gleich bemerkt werden, dass dieselbe sich, ebenso wie bei den untersuchten Perikarpien, im Sinne der eingangs aufgestellten Behauptung bestätigt hat.

Was dagegen die Auswahl der in der folgenden speciellen Mittheilung herangezogenen Trockenfrüchte anbetrifft, so war sie durch die Resultate bedingt, zu welchen Leclerc in einer anderen früheren einschlägigen Abhandlung[3]) gelangt ist.

Da der genannte Anatom nämlich bei einer Reihe von Früchten das Verhalten beim Aufspringen aus der Richtung ihrer Zellwände nicht zu erklären vermochte, so hatte er sich die Ansicht gebildet, dass dasselbe auf der ungleichen Verdickung der wirksamen Membranen beruhe, indem durchweg die Regel gelte, dass Zellwände von bedeutender Mächtigkeit sich auch nach ihrer Fläche beim Wasserverlust in höherem Masse contrahirten, als solche von geringerer Dickenausdehnung. Er sonderte die in Frage stehenden Perikarpien in dieser Beziehung in zwei Gruppen. Bei der einen sollten die hygroskopischen Spannungen auf die ungleiche Wandstärke verschiedener Zelllagen zurückzuführen sein, bei der anderen darauf, dass die eine von zwei opponirten derselben Zelllage angehörigen Wandfluchten die andere in ihrer Dicke überträfe. Ausser dem Verfasser[4]) dieser Zeilen hatte bald nach der Veröffentlichung der Abhandlung

---

[1]) l. c. pag. 20 ff. und Tafel II.

[2]) Beiträge zur Oeffnungsmechanik der Cycaden-Antheren. Flora 1888. No. 29 mit Tafel IX.

[3]) Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec. Ann. des scienc. nat. 6. Série. Bot. Tome 18. 1884.

[4]) Ber. der Deutsch Bot. Ges 1884. pag 398 ff.

Leclerc's der verstorbene Schüler Schwendeners Eichholz[1]) gegen diese Auffassung Einspruch erhoben, und bei der nachträglichen Untersuchung von 8 unter den 10 zur ersten Gruppe gestellten Fällen [2]) gelang es auch, das Spiel des hygroskopischen Mechanismus durch die Orientirung des Quellungsellipsoids völlig zu deuten. Ueber die von Leclerc in die zweite Gruppe eingereihten Perikarpien aber liegen bisher noch keine weiteren eingehenden Veröffentlichungen vor. Leclerc rechnete zu ihr die Kapseln der Caryophyllaceen, von denen er Dianthus, Saponaria, Silene und Agrostemma untersucht hatte, sowie diejenigen von Linaria, Antirrhinum, Helianthemum und Juncus. Diese bilden daher den Hauptgegenstand der nachfolgenden Auseinandersetzung. Statt Juncus habe ich allerdings die verwandte Luzula herangezogen, weil sie mir zufällig zu Gebote stand, und von den Caryophylleen anstatt Agrostemma aus demselben Grunde Lychnis, Gypsophila und Spergula geprüft. Bei allen hat sich die Abhängigkeit der hygroskopischen Spannungen von der Schichten- und Streifen- oder Porenlage deutlich herausgestellt. Allerdings haben sich auch Fälle gefunden, in denen ein Antagonismus zwischen Wänden derselben Streifen- oder Porenrichtung zu constatiren war, jedoch war dann auch eine verschiedene Sculptur derselben zu beobachten, die auf ungleiche Grösse der einzelnen Quellungscoeffizienten schliessen liess (vgl. Saponaria, Lychnis, Spergula pagg. 214, 215, 216).

Es verdient übrigens sogleich bemerkt zu werden, dass Leclerc selbst seine oben angeführte Auffassung hinsichtlich der Perikarpien der zweiten Gruppe preisgegeben zu haben scheint. Denn in seiner späteren Abhandlung über die Antheren kehrt die Behauptung von der stärkeren Contraction dickerer Wände nirgends wieder; im Gegentheil gründet er seine Erklärung bei diesen durchweg auf den Gesichtspunkt, dass die dünneren Zellwandungen der Faserschicht in den Staubbeuteln in höherem Grade schrumpfen als die verdickten, weil sie aus Cellulose, die Verdickungen dagegen aus Holzstoff beständen. — —

Nach meiner Untersuchung lassen sich nun die Kapseln der oben aufgezählten Gattungen in zwei Abtheilungen sondern, je nachdem ihre hygroskopischen Spannungen vorwiegend durch die Normalschrumpfung der Schichten oder der Streifen als actives Agens hervorgerufen werden. Zur ersteren zählen Linaria, Antirrhinum und Helianthemum; ihr schliessen sich auch die Pollensäcke der Cycadeen an. Zur zweiten gehören Luzula und die Caryophylleen; nur Lychnis vespertina nimmt unter diesen eine Mittelstellung ein.

---

1) Untersuch. über den Mechanismus einiger zur Verbreitung von Samen u. Früchten dienender Bewegungserscheinungen. Dissert. 1885. Pringsh. Jahrb. Bd. XVII. pag. 543.

2) Leclerc zählte hierher die Kapseln von Campanula, Primula, Acanthus, Buxus und das Stereom der Papilionaceen-Hülsen, ferner die Grannen von Erodium, Geranium, Avena, Scandix und die Fruchtschuppen von Picea.

I.

1) Kapsel von Linaria vulgaris Mill.[1]).

Die Kapsel von Linaria öffnet sich bekanntlich am Scheitel mit 6—10 Zähnen, die sich von der Scheidewand her der Länge nach auswärts zurückschlagen. Das Parenchym der reifen Frucht spielt im Oeffnungsmechanismus keine wesentliche Rolle, denn der derbwandige Complex der beiden innersten Zelllagen, bestehend aus der Innenepidermis und der einreihigen »Hartschicht« (Kraus) unterliegt für sich allein denselben Krümmungen wie die Kapsel in toto. Die Fig. 1 der Tafel VII zeigt diesen Complex aus einem Kapselzahn im radialen Längsschnitt; die Pallisadenzellen gehören der »Hartschicht« an. In der entsprechenden Fig. 2 Tafel 7 seiner Abhandlung hat Leclerc du Sablon sich darauf beschränkt, in die Umrisslinien der Zellen die Lumina einzutragen, und gelangte so dazu, die in unserer Fig. links gelegenen mächtigen Verdickungsmassen der äusseren tangentialen Wand der Radialzellen zuzuschreiben. Er nennt diese paroi très épaisse, die opponirte Innenwand dagegen paroi mince und fährt fort: »La partie externe de cette assise se contractera donc plus, par la dessication, que la partie interne; l'épiderme interne, formé de cellules plates et à parois minces, se contractera, de son côté moins que l'assise sousépidermique; l'ensemble de la couche lignifiée tendra donc à se recourber vers l'extérieur etc.« Ich hatte 1873 in meiner Dissertation den Verdickungsmassen eine überwiegende Quellungsfähigkeit zugeschrieben, da sie sich im Lichtbrechungsvermögen und in der Färbung, welche sie mit Hansteins Anilinviolett annahmen, von den inneren Wandpartieen unterschieden. Bisher sind aber genauere Beobachtungen über das wirkliche Verhalten der einzelnen Wandcomplexe bei der Schrumpfung und Imbibition nicht angestellt worden. Meine nächste Aufgabe war daher die, hierin Klarheit zu schaffen. Zu dem Ende blieb ich zunächst bei Radialschnitten stehen und operirte mit solchen[2]), die entweder a) nur aus den äusseren verdickten Wandmassen, oder b) aus der tangentialen Zwischenwand der Pallisadenschicht und Innenepidermis nebst anhängenden Stückchen der dünnen Radialwände, oder c) aus der ganzen isolirten Pallisadenlage bestanden.

Die Schnitte a) liessen nun beim Wasserverlust eine bedeutende Contraction im Betrage von mindestens 10 % erkennen, während die Stücke b) dabei keine merkliche Längenänderung erlitten. Dennoch waren Krümmungen an den Abschnitten c) beim Befeuchten und Trocknen

---

1) Litteratur: Kraus, Ueber den Bau trockener Perikarpien. Pringsh. Jahrb. V. pag 112. — Steinbrinck, Unters. über die anat. Ursachen des Aufspringens der Früchte. Bonn 1873. pag. 42. — Leclerc du Sablon l. c. pag. 76 und Tafel 7, Fig. 1—3.

2) Sie waren der Mitte eines Kapselzahns entnommen.

kaum zu beobachten. Waren diese durchaus unverletzt, so zogen sie sich, ungeachtet der geringen unabhängigen Längenabnahme der Innenwand, ungefähr eben so stark zusammen wie die Theile a), und zwar geschah dies unter Verbiegung der besagten Innenwand. Bei manchen der Versuchsobjekte waren jedoch beim Schneiden, von einigen weit nach aussen ziehenden Lumina aus, Risse in den äusseren Verdickungsmassen entstanden. An solchen trat der Contraktionsunterschied der dickeren und dünneren Wandpartieen sehr deutlich in der Weise hervor, dass sich beim Verdunsten des Wassers jene Spalten nach aussen keilförmig erweiterten, und die durch sie abgegrenzten Stücke, vorher etwa rechteckig geformt, trapezähnlich wurden.

Wie die Schnitte b) verhielten sich auch solche durch die Innenepidermis allein. Da hingegen Radialschnitte, welche sowohl diese Epidermis, als die Radialzellen aufweisen, bei der Aenderung des Wassergehaltes stets Krümmungen im Sinne der vollständigen Kapsel erleiden, so ist die Zusammenstellung beider Zelllagen zu einem Complex leicht verständlich: die Epidermis stellt die Auswärtskrümmung der Kapselzähne sicher, indem sie die Verbiegung der dünnen Innenwände der äusseren Lage verhindert[1]).

Nach dem Gesagten könnte man nun versucht sein, anzunehmen, dass die überwiegende »Quellungsfähigkeit« der verdickten Wandungen unserer Objecte zur Genüge dargethan sei. Man überzeugt sich aber bei der Behandlung von Querschnitten sehr leicht davon, dass dieser Schluss voreilig wäre. Die ungleiche Quellbarkeit müsste ja auch in der Quere durch entsprechende Krümmungen zum Ausdruck kommen. Dennoch trifft man sehr häufig auf Querschnitte, die trotz ihrer Zusammensetzung aus beiden vollständigen Zelllagen auf das Quantum an Imbibitionswasser durch Krümmungen kaum oder gar nicht reagiren. Bei anderen Querschnittsstücken tritt diese Reaktion allerdings sehr deutlich ein. Einen Anhaltspunkt zur Erklärung dieses Unterschiedes bietet zunächst die Flächenansicht der beiden Zelllagen. Sie lehrt, dass die äussere, bisher, dem Bilde des Radialschnitts entsprechend, wiederholt als Pallisadengewebe bezeichnete Lage, aus flachen Tafeln besteht, die im allgemeinen quer aufeinandergeschichtet sind, deren Reihen sich aber in der Nähe des oberen und der Seitenränder der Zähne bogenförmig abwärts krümmen, sodass die breiten Tafelflächen an den Rändern selbst diesen parallel laufen[2]). Somit bieten Querschnitte durch die Randtheile der Zähne ganz ähnliche Bilder wie deren mittlere Radialschnitte. Diese Stellen der Querschnitte sind es nun, an denen die auswärts-gerichtete Trockenkrümmung deutlich zu bemerken ist; diese fehlt dagegen oder ist kaum wahrnehmbar dort, wo die Zelltafeln parallel zur Breitseite (Grundfläche) durchschnitten sind. Damit stimmt überein, dass Theile derart getroffener Tafelreihen, die nur aus den äusseren Wandverdickungen bestehen, beim Austrocknen eine weit geringere Abnahme zeigen, als die entsprechenden Stücke der Radialschnitte a). Bei einigen Messungen ergab sie sich bloss zu ca. 3 %.

---

[1]) Weiteres s. u. Seite 200.

[2]) Vielfach verschmälern sich auch daselbst die Tafeln zu wirklichen Pallisaden.

Hiernach können die auftretenden hygroskopischen Bewegungen auf Differenzen in der Quellungsfähigkeit allein sicherlich nicht zurückgeführt werden. Es sei hinzugefügt, dass auch Färbungen mit Jodchlorzink und Anilinchlorid auf erhebliche Substanzdifferenzen nicht hinweisen. Die sämmtlichen Wände beider Lagen werden nämlich durch diese Agentien gelb gefärbt, sind also als verholzt zu betrachten.

Jedenfalls lässt sich die Nothwendigkeit nicht umgehen, nach der Ursache der innerhalb der Verdickungsmassen nach der Richtung der Kapselaxe und ihrer Normalebene constatirten Schrumpfungsunterschiede zu suchen. Betrachtet man aber den Schichtenverlauf in Fig. 1, so wird sich das Räthsel sofort lösen [1]). Nach der Anordnung der Schichten zu urtheilen, gehören nämlich die äusseren Verdickungsmassen grösstentheils nicht der »Aussenwand« der Zelltafeln, sondern deren radialen Wänden an. Dies bestätigt sich namentlich dann, wenn man noch nicht ausgereifte Früchte zum Vergleich heranzieht, denn bei diesen ziehen die Lumina mit nach aussen abnehmender Breite in die Verdickungslagen weit hinein; sie werden bei der Reife offenbar nicht von aussen, sondern vorwiegend von den Seitenwänden her ausgefüllt. Man vergleiche nur die Schichtenlage der in den Fig. 11 u. 12 gezeichneten Zellen mit der in Fig. 1 dargestellten, um unter Berücksichtigung der gewöhnlichen Orientirung des Schrumpfungsellipsoids den Unterschied der beiderlei Ausbildungsweisen in seiner Wirkung zu würdigen.

Die longitudinale Contractionsdifferenz zwischen den mächtigen äusseren Wandmassen und der inneren Tangentialwand der Tafelzellen beruht ohne Zweifel hauptsächlich auf deren gekreuztem Schichtenverlauf. Nun könnte man aber einwenden, dass doch auch in der Aussenwand der Tafelzellen tangential streichende Schichten vorhanden sind; es müsse also zwischen diesen und den anstossenden radial streichenden Schichten

---

1) So ermüdend die vorhergehenden weitläufigen Auseinandersetzungen den Leser auch vorkommen mögen, so erschienen sie mir doch nothwendig, um an einem Beispiel darzulegen, dass es nicht blos theoretische Spekulationen sind, welche die neueren Forscher veranlasst haben, die Grundlage der hygroskopischen Spannungen in der Wandstruktur zu suchen, sondern dass die genau durchgeführte experimentelle Bearbeitung des Einzelfalles selbst dazu drängt. Ich hebe dies besonders gegenüber einer im Laufe der letzten Jahre erschienenen russischen Abhandlung hervor, welche die auf die Wandstruktur gegründete Erklärung verschiedener Torsionsmechanismen als eine rein hypothetische behandelt.

beim Wasserverlust ebenfalls eine Spannung entstehen. Die hiermit ausgesprochene, aus dem Schichtenverlauf gezogene Folgerung ist in der That richtig, denn an Radialschnitten, die stellenweise nur die äusserste Region der verdickten Partieen enthielten, habe ich wiederholt bei der Austrocknung eine Einwärts-, beim Wasserzusatz Auswärtsbewegung dieser Strecken beobachtet. Dass diese Nebenspannung aber in dem ganzen Mechanismus erhebliche Störung verursache, ist von der Natur auf mehrfache Weise vermieden. Zunächst beachte man, dass die äusseren Enden der Tafelzellen mehr oder weniger gerundet oder stumpflich zugespitzt sind. Jene hemmenden Tangentialschichten bilden somit nicht, wie die der Innenwand, eine gleichmässig fortstreichende Wandflucht, sondern sind hin- und hergebogen. Bei der Contraction derselben in der Richtung der Kapselaxe wirken also aussen noch Componenten der in die Schichtennormalen fallenden Schrumpfung mit. Zweitens werden die äussersten Schichten offenbar durch die Zusammenziehung der in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft befindlichen radialen gepresst und zwar stärker als diejenigen der Innenwand, weil diese durch die dünneren Theile der Radialwände von den dickeren getrennt sind. Endlich schliesst sich ja an die Innenwand als Sperrgewebe noch die Epidermis an, die sich muthmasslich nach der Kapselaxe noch schwächer contrahiren wird, als jene innere Wand, weil sie durch Querwände weniger gefächert ist, als die subepidermale Zelllage. Wie die Flächenansicht des Kapselzahnes lehrt, besteht die Innenepidermis nämlich aus tangential gelegten Tafeln (mit geschlängelten Wänden), deren Breitseiten die Tangentialflächen der benachbarten Zellreihe an Ausdehnung vielemale übertreffen.

Nur nach den Rändern der Zähne zu sind die Innenepidermiszellen verschmälert und wie die anstossenden der Nachbarschicht zur Randlinie parallel gestreckt. Diese Stellungsänderung in beiden Zelllagen trägt ohne Zweifel dazu bei, an der austrocknenden Kapsel den Riss längs der späteren Zahngrenzen zu erleichtern, indem infolge derselben die Linien der stärksten Schrumpfung normal zu den Nähten gerichtet sind, in denen die Trennung der Gewebe erfolgen soll. Dass die Lagenänderung jener Zellen in der That mit einer solchen Verlegung der Hauptschrumpfungsaxe verbunden ist, giebt sich unter anderem dadurch zu erkennen, dass die Längschnitte, die in der Nachbarschaft der Zahnränder geführt sind, die Zellen also z. Th. schief getroffen haben, beim Austrocknen keine ebenen, sondern Schraubenkrümmungen eingehen, wie sie jener Contractionsrichtung entsprechen.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass die Streifenlage bei Linaria keine erwähnenswerte Rolle spielt. Die auf den Radialwänden beider Zelllagen sichtbaren Poren sind punktförmig oder in schwachem Maasse annähernd radial gestreckt. Auch die Poren der Tangentialwände sind nahezu rundlich.

Recapituliren wir kurz, so beruht also das Aufspringen der Linaria-Kapsel hauptsächlich auf dem Antagonismus der radial geschichteten Verdickungsmassen in der äusseren der beiden verholzten Lagen gegenüber deren inneren, längsgeschichteten Wänden.

2) Kapsel von Antirrhinum maius L.[1]).

Ein Blick auf die Figur 2 erspart uns nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen eine ausführliche Darlegung. Der Oeffnungsmechanismus stimmt im wesentlichen mit dem von Linaria überein. Als Unterschiede im anatomischen Bau sind folgende anzuführen. Die Zellen der subepidermalen Lage unterliegen an den Zahnrändern keiner Stellungsänderung, da dieselben im oberen Theile des Zahnes sämmtlich von der Fläche gesehen isodiametrisch, also im Ganzen pallisadenförmig werden. Die äusseren Wände dieser Lage besitzen eine nur mässig gekrümmte Grenze. Der durch ihre Schichten bedingten Hemmung steht aber fördernd gegenüber, dass die radialen Wände der Innenepidermis im Vergleich zu den tangentialen auffallend dünn sind, und die Längscontraction der Epidermis infolgedessen sehr verringert ist.

3) Kapsel von Helianthemum guttatum Mill.[2]).

Die Kapseln von Helianthemum springen in drei sich nach aussen bewegenden Klappen auf, die in der Mitte die schmale Scheidewand tragen. Leclerc stellt die Aussenepidermis derselben mit der subepidermalen Zelllage von Linaria in Parallele, da auch ihre Elemente aussen stärker verdickt sind und ein deltaförmiges Lumen besitzen (vgl. Fig. 21). Die Aehnlichkeit der erwähnten Elemente tritt noch mehr hervor, wenn man in der Flächenansicht einer Klappe auf die Innenseite der Aussenepidermis von Helianthemum einstellt. Dann erscheinen dieselben nämlich gleichfalls als tangential gestreckte, in dem mittleren Theil der Klappe quer auf einander gelagerte und innerlich analog geschichtete, nach den Klappenrändern zu abwärts geneigte Tafeln mit nahezu ebenen Wandgrenzen. (Siehe Fig. 21). Jodchlorzink und Anilinchlorid zeigen wiederum die ziemlich gleichmässige Verholzung ihrer dünneren und dickeren Wände; einigemale färbte sich jedoch eine das Lumen umgebende Zone mit dem ersteren Reagens blau.

Ein derbwandiges Untergewebe längsgestreckter Zellen von mehreren Reihen findet sich nur an der Kapselspitze, der unsere Figur 21 entnommen ist, sowie an den Seitenrändern. Längsschnitte an diesen Stellen unterliegen nun auch stets denselben hygroskopischen Krümmungen, wie die entsprechenden von Linaria und Antirrhinum. Auffällig ist aber auf den ersten Blick die Thatsache, dass Längsschnitte aus der mittleren und unteren Region

---

1) Kraus l. c. pag. 111. — Leclerc du Sablon l. c. pag. 29.

2) Leclerc l. c. pag. 41 und Tafel III. Fig. 4.

der Klappe sich häufig gerade entgegengesetzt verhalten, auch wenn sie kein zartes Parenchym, sondern nur die Aussenepidermis aufweisen. Zunächst wird nun durch dieses Factum die Ansicht Leclerc's widerlegt, dass die dickeren Wandpartieen derselben an sich quellungsfähiger seien, als die dünneren. Wie ist das angegebene Verhalten aber aus der Schichtung oder Streifung zu erklären? Bleiben wir zunächst bei der Schichtenlage stehen und betrachten in dieser Hinsicht die Figur 20, so springt in die Augen, dass infolge der Normalschrumpfung der Schichten die Linie der stärksten Abnahme dort, wo das Mikroskop das Bild der Fig. 20 darbietet, senkrecht zu den Breitseiten der Zelltafeln, also parallel zur Kapselaxe, und diejenige des Minimums der Abnahme quer gerichtet sein muss. Wie erwähnt bezieht sich die Fig. 20 nun auf die inneren Partieen der Radialwände. Stellt man aber in der Flächenansicht der Klappe auf die Aussenwand derselben ein, so gewähren die Epidermiszellen ein etwas anderes Bild (vgl. Fig. 19); die äusseren Radialwandpartieen sind nämlich stark geschlängelt. Da sich nun die Schichten auf diesen Partieen grösstentheils an den Wellenkurven der Mittellamelle betheiligen, so sind ihre Normalen nach verschiedenen Richtungen der Windrose [1]) vertheilt und dementsprechend wird daselbst auch die Differenz zwischen dem Schrumpfungs-Maximum und -Minimum erheblich verringert, d. h. die Abnahme nach allen jenen Richtungen eine mehr gleichmässige sein müssen. Demnach wäre es, wenn man die der Fruchthöhle näheren und entfernteren Wandpartieen der Aussenepidermis im Gegensatz zu Leclercs Auffassung, als gleichmässig quellbar annimmt, sehr wohl denkbar, dass in der Längsrichtung der Kapsel die Contraction der ersteren, in der Quere die der letzteren überwöge. In der That ist nun auch die hierdurch angedeutete Querkrümmung nach aussen an Querschnitten, auch wenn sie bloss die Aussenepidermis enthalten, stets zu constatiren. Die geschilderte Abweichung der Schichtenlage von derjenigen der analogen Elemente in der Linariafrucht kommt übrigens auch auf Längsschnitten zum Ausdruck. In ihnen treten die Epidermiszellen bald länger gestreckt und auf der Aussenwand vornehmlich tangential-geschichtet, bald kürzer und ebendaselbst radialgeschichtet, bald auch mit anscheinend ganz unregelmässiger Schichtenlage auf (vgl. die Fig. 21).

Berücksichtigen wir nun auch die Anordnung der Poren, so wird die oben in den gesperrt gedruckten Sätzen näher charakterisirte Doppelkrümmung der Epidermis noch leichter verständlich. Die Poren, welche auf den Radialwänden und auch innerhalb der Verdickungsmassen auf

---

1) Die Klappe ist in Flächenansicht horizontal unter dem Mikroskop liegend gedacht.

Längs- und Querschnitten sichtbar werden, sind nämlich durchweg radial, die Poren der Innenwand dagegen quertangential gestreckt, hiernach kommt also dieser letztgenannten Membran, zufolge der Richtung ihrer Micellarreihen, dieselbe Lage des Schrumpfungs-Maximums und -Minimums zu, wie den anstossenden Theilen der Radialwände zufolge ihrer Schichtung. Aussen dagegen wird die gleichmässigere Vertheilung der Schrumpfungscontraction nach allen Richtungen der Klappenfläche durch die radiale Stellung der Micelle in den Verdickungsmassen begünstigt.

Gesammtresultat für Helianthemum guttatum: Das Aufspringen der Kapseln beruht:

a) auf der stärkeren Längscontraction der z. T. quergeschichteten Wandungen der Aussenepidermis gegenüber den anstossenden, längsgestreckten, verholzten, mit vornehmlich längsgeschichteten Wänden ausgestatteten Zellen, die sich an den Klappenrändern und der Kapselspitze befinden,

b) auf der schwächeren Quercontraction der dem Fruchtcentrum näheren Wandpartieen der Aussenepidermis gegenüber den peripherischen; und zwar ist diese bedingt durch die Querstreifung der innersten Wand und durch die Radialstreifung, sowie die eigenthümliche Schichtenlage, der Radialwände.

4) Pollensäcke von Cycadeen.

Die Staubbehälter der Cycadeen sind von etwa rundlich-eiförmiger Gestalt und öffnen sich in einer Längsspalte, indem sich ihre natürliche Einwärtskrümmung beim Austrocknen beträchtlich vermindert. Ueber ihren anatomischen Bau liegen, soweit derselbe für die Ausstreuung des Pollens in Betracht kommt, von Schinz¹) und Schrodt²), bereits eingehende und übereinstimmende Berichte vor. Das am stärksten entwickelte Gewebe ist wie bei Helianthemum die Aussenepidermis. Sie ist wiederum aus tafelartigen Zellen gebildet, die mit denjenigen der subepidermalen Lage von Linaria häufig die grösste Aehnlichkeit haben. Unterlagert wird sie von einer unterbrochenen, wohl auch fast ganz fehlenden Lage derbwandiger etwas in die Länge gestreckter Parenchymzellen, auf welche zartes und vergängliches Parenchym folgt.

Nach dem Bau der Epidermis unterscheidet nun Schinz, und mit ihm Schrodt, zwei Typen. Der eine, welchen Schinz als den Encephalartostypus bezeichnet, ist derjenige, bei dem die Analogie mit Linaria am meisten hervortritt³) (vgl. Fig. 3). Bei dem zweiten, dem Stangeria-

---

1) l. c. pag. 20—26, mit Tafel II.

2) Flora 1888 No. 29, mit Tafel IX.

3) Schinz selbst ist die Verwandtschaft mit Antirrhinum bereits aufgefallen, l. c. pag. pag. 25.

Typus, ist besonders die schwache Ausbildung der äusseren Epidermiswand bemerkenswerth; das Lumen zieht bis nahe an dieselbe heran und erweitert sich in ihrer Nähe nicht selten um ein Erhebliches (vgl. Fig. 4), während bei Encephalartos und den bisher besprochenen Früchten ja das Umgekehrte der Fall ist. Diese anscheinenden Gegensätze des Baues haben den genannten Forschern Schwierigkeiten bereitet; denn trotz dieser Differenzen verhalten sich nach Schrodt und Schinz Schnitte durch die Epidermis bei der Aenderung des Wassergehaltes einander gleich, nämlich ebenso wie der ganze Pollenbehälter. Durch die Güte des Herrn Dr. Schinz[1]) war ich in den Stand gesetzt, dieselben Species, die er als Muster seiner Typen ausgewählt und durch Abbildungen erläutert hat, nochmals einer Prüfung zu unterwerfen. Sie sollen im folgenden nach einander besprochen werden: im Anschluss an die vorher mitgetheilten Erfahrungen über Perikarpien werde ich zunächst meinen Deutungsversuch ihres Oeffnungsmechanismus entwickeln, um daran die Discussion der bisherigen Auffassungen zu knüpfen.

a) Encephalartos horridus Lehm.

Die Fig. 3 wird, in Vergleich gestellt mit den vorhergehenden, ohne viele Worte Aufschluss über meine Ansicht von der Mechanik des Aufspringens zu geben imstande sein. Sie stellt übrigens einen Querschnitt, nicht wie die Figg. 1 u. 2 einen Längsschnitt dar. Da nämlich die Hauptcontractions- und -krümmungsrichtung bei den vorher behandelten Kapseln der Längsaxe parallel läuft, bei den Pollensäcken der Cycadeen aber zu derselben senkrecht steht, so finden wir die der äusseren Lage des mechanischen Gewebesystems angehörigen Tafeln bei jenen quertangential, bei diesen längs gestellt. Man bemerke, dass die Schichten der äusseren Verdickungsmassen wiederum grösstentheils in radialer Richtung streichen und somit den übrigen Wänden gegenüber dieselbe Rolle wie bei Linaria und Antirrhinum spielen müssen.

Zur näheren Begründung dieser Auffassung seien folgende Thatsachen angeführt.

α) Die starke Verkürzung des radial geschichteten Wandkomplexes in der Quere wurde zunächst durch Messungen constatirt. An einem Querschnitt z. B., an welchem es gelungen war, die äusserste Lage, nämlich die Cuticula nebst den bogenförmigen Schichtenköpfen abzuschneiden, wurde sie zu 14°/₀ gefunden. Dass dieses hohe Schrumpfungsmaass nur durch die Art der Schichtung bedingt ist, lehren vergleichende Messungen an Längsschnitten. An diesen betrug die Verkürzung nur etwa 2—3 °/₀.

---

[1]) Derselbe war auch so freundlich, mir über seine Präparationsmethode Auskunft zu ertheilen. Nach seiner Vorschrift habe ich aus freier Hand recht gute Schnitte erzielt, nachdem die trockenen Staubbehälter zuvor in siedendem Wasser gehörig aufgeweicht waren.

β) An dem ebenerwähnten Querschnitt war, wie auch bei anderen, beim Austrocknen eine Erscheinung zu beobachten, über die schon bei Linaria berichtet wurde. Derselbe war nämlich aussen durch radiale Risse in mehrere Lappen gespalten. Beim Verdunsten des Wassers erweiterten sich diese Spalten wiederum nach aussen hin in Keilform, sodass die vorher eng aneinander schliessenden, etwa rechteckigen Einzelabschnitte trapezförmig wurden. — Waren solche Spalten nicht vorhanden, so trat an Querschnitten, welche auch die subepidermalen derben Zellen enthielten, regelmässig starke Auswärtskrümmung ein; eine solche wurde jedoch an zahlreichen Längsschnitten niemals beobachtet.

γ) Die Analogie mit Linaria[1]) tritt auch darin hervor, dass sich solche Querschnitte durch die Aussenepidermis, welche nur deren äusserste Region, nämlich die Cuticula und die anstossenden Schichten aufweisen, in ihren hygroskopischen Bewegungen zum ganzen Querschnitt entgegengesetzt verhalten. Bei Quellungen vollständiger Querschnitte, die durch Jodchlorzink herbeigeführt waren, wurde dem entsprechend wiederholt wahrgenommen, dass diese Aussenlage über der benachbarten klaffende Lücken zeigte.

δ) Gegenüber den übereinstimmenden Angaben von Schinz und Schrodt möchte ich nicht bestreiten, dass die Aussenepidermis allein für sich schon hygroskopische Bewegungen im Sinne des ganzen Behälters ausführt. Ich selbst habe solche an Querschnitten jedoch nicht mit Bestimmtheit constatiert und mit constanter Regelmässigkeit und grosser Deutlichkeit nur dann beobachtet, wenn die Epidermis noch im Zusammenhang mit dem Nachbargewebe stand. Daraus scheint mir mindestens der Schluss gezogen werden zu können, dass die Existenz der zweiten, subepidermalen Lage, wie bei Linaria, das Aufspringen der Pollenbehälter weit sicherer stellt, als es ohne sie der Fall wäre (vgl. die bez. Auseinandersetzungen bei Linaria pag. 198). Ich erwähne dies besonders aus dem Grunde, weil Schrodt das Vorhandensein der zweiten Lage fast befremdlich findet und in ihr eher ein wasserleitendes Gewebe erblicken möchte.

Damit sind wir nun bei der Discussion der bisherigen Erklärungsversuche angelangt. Schinz hatte das Aufspringen mit dem Umstande genügend begründen zu können geglaubt, dass in der äusseren Region der Epidermis mehr quellungsfähige Substanz abgelagert sei. Das Unzulängliche dieser Deutung ergiebt sich aber schon aus dem Fehlen der Krümmung und der geringen Schrumpfung in der Längsrichtung (vgl. α). An derselben Klippe scheitert von vornherein auch der Erklärungsversuch von Schrodt, der hinsichtlich des anderen Typus übrigens der Wahrheit erheblich näher kommt. Nach ihm »enthalten die Zellen der Epidermis einen der

---

[1]) Selbst die Form und Lage der Porenmündungen stimmt mit derjenigen der Linariatafeln überein.

Membran aufgelagerten Stoff, welcher stärker quillt, als die ihn umschliessende Zellhaut, sodass die letztere bei Gegenwart von Wasser gespannt wird« (pag. 8 des Sonderdrucks). Die »dicke verholzte primäre Bodenmembran setzt nun den Verkürzungen (jener inneren Cellulosemassen) beim Austrocknen einen grösseren Widerstand entgegen, als die dünne cuticularisierte Deckmembran«. Durch diesen geringeren Widerstand aussen wird also die Auswärtsbewegung beim Trocknen erklärt.

Unter der »Deckmembran« versteht nun Schinz hiernach die Cuticula, unter der »Bodenmembran« die an das Nachbargewebe unmittelbar angrenzende gesonderte Lamelle der dem Hohlraum des Behälters zugekehrten Wand. In Ermangelung von Phloroglucin habe ich seine Angaben mit Anilinchlorid und Jodchlorzink unter Zuhilfenahme der Immersionslinse zu controliren gesucht. Ich fand bei Encephalartos die durch das letztgenannte Reagens nicht gebläute, sondern wie mit Anilinchlorid gelbgefärbte Schale der Innenwand, also die Bodenmembran, im Gegentheil dünner als die brauntingirte Cuticula. Uebrigens möchte ich hierauf kein besonders Gewicht legen. Denn die von Schrodt beliebte Abgrenzung der Boden- und Deckenmembran erscheint mir im Hinblick auf die bei der Auswärtsbewegung aller Wahrscheinlichkeit nach anzunehmenden Widerstände ziemlich willkürlich.

Zunächst nämlich bestehen die »inneren Verdickungsmassen« nicht aus einheitlicher Substanz, ihre Bläuung mit dem Jodreagens nimmt vielmehr vom Lumen aus nach aussen ab; namentlich unmittelbar unter der Cuticula war meistens ein der Mittellamelle der Radialwände und der »Bodenmembran« gleichgefärbter Streifen zu erkennen, der mindestens noch zur Deckmembran gerechnet werden müsste ¹). Ueberdies ist aber zu beachten, dass auch in den »Cellulosemassen« bei allseitig gleicher Contraction wie sie Schrodt vorauszusetzen scheint, infolge der Verbiegung Spannungen entstehen müssten, denen gegenüber ein geringer und zudem zweifelhafter Dickenunterschied der Boden- und Deckmembran nicht in Betracht kommen könnte.

Nach meiner oben begründeten Auffassung erklärt sich die Auswärtsbewegung der isolirten Epidermis zunächst daraus, dass die in tangentialer Richtung organisch zusammenhängenden Radialschichten von der Mittellinie aus, welche durch den Zellquerschnitt in tangentialer Richtung gezogen gedacht wird, erheblich nach aussen gerückt sind. Bei Linaria wurde zudem schon einer Einrichtung gedacht, um den die Aus-

---

1) Die Verdickungsmassen bestehen überhaupt nicht aus reiner Cellulose, denn Anilinchlorid färbt sie ebenfalls gelb und Jodchlorzink bewirkte intensivere Bläuung nur an den Schnitten aus gekochten Sporenbehältern; waren diese nur in kaltem Wasser aufgeweicht, so zeigte der grössere Theil der Verdickungsmassen anfänglich, bisweilen dauernd, nur Gelbfärbung. Diese sind demnach von denen der Linariakapsel nur dadurch unterschieden, dass sie weniger stark verholzt sind.

wärtsbewegung hemmenden Einfluss der äussersten Schichten zu verringern. Ähnliches finden wir bei Encephalartos. Zwar ist hier nicht wie dort die äussere Form der Epidermiszellen dem besagten Ziele angepasst. Dagegen begegnen wir bei Encepharlatos oft einem inneren Schichtenverlauf, der ziemlich dasselbe leistet.

Auf dem Querschnitt der Fig. 3 ist er in mehreren Zellen zu sehen. Die Dicke der hemmenden äussersten Zone der Epidermis unterhalb der Cuticula wird nämlich dadurch reducirt, dass die Radialschichten z. Th. sehr nahe an diese letztere heranziehen und sich unter ihr in spitzem Winkel vereinigen.

b) Stangeria paradoxa Moore.

Im Zusammenhang mit der letzten Auseinandersetzung wird nun die eigenthümliche Ausgestaltung der Epidermiszellen des Stangeria-Typus leicht verständlich sein. Bei der auf dem Querschnitt Fig. 4 dargestellten Form des Lumens sind nämlich jene widerstehenden Tangentialschichten grossentheils auf sehr einfache Weise beseitigt. Hiermit mag es zusammenhängen, wenn die zweite derbwandige Zelllage weit schwächer oder fast ganz unterdrückt ist, und somit die Epidermis allein in höherem Grade als bei Encephalartos zur Sicherstellung des Aufspringens ausreicht. Dass die in ihr übrig gebliebene Aussenwandpartie in der That wenig schrumpft und dennoch nicht hindernd wirkt, hat bereits Schinz constatirt. Er beobachtete nämlich, (vgl. Fig. 16 seiner Abhandlung), dass sie sich beim Austrocknen faltet und häufig in das Innere des Zellraums eingestülpt wird. Auch ich kann dies bestätigen; nach meiner Erfahrung kommt es aber noch häufiger vor, dass sie nicht nach innen eingeschlagen, sondern nach aussen hervorgewölbt wird. Man wird in Fig. 5, welche den Schnitt der Fig. 4 in trockenem Zustande wiedergiebt, diese stärkeren Hervorragungen an mehreren Zellen deutlich wahrnehmen.

Wenn ich somit kein Bedenken hege, auch den Oeffnungsmechanismus des Stangeria-Typus mit demjenigen von Linaria in Parallele zu stellen, so bin ich auf den Einwand vorbereitet, dass doch diesmal die Radialschichten des Querschnitts nirgendwo in unmittelbarem organischem Zusammenhang stehen, die Wirkung ihrer Normalschrumpfung sich somit lediglich darauf beschränken müsste, dass die Radialwände dünner werden, ohne für den ganzen Querschnitt Verkürzung oder Krümmung verursachen zu können.

Gegen diesen Einspruch lässt sich zunächst der Umstand in's Feld führen, dass der Querschnitt der Epidermis, trotzdem bei der Austrocknung seine Radialwände stellenweise wirklich zurückweichen, und die Zelllumina, wie an einigen Zellen der Fig. 5 zu sehen ist, somit theilweise weiter werden, sich thatsächlich dennoch um ca. 10 % verkürzt. Es ist aber auch theoretisch nachzuweisen, dass selbst am Querschnitt die

Radialwände sich nicht in sich zusammenziehen können, ohne auf die innere Nachbarwand einen Zug auszuüben, der dieselbe bei genügender Stärke auswärts biegt.

In der Fig. 18 ist das an eine Radialwand unmittelbar anstossende Stück der Innenwand im Zusammenhang mit dieser gezeichnet. Man fasse die Strecke AB der Radialwand in's Auge und nehme an, dass der Punkt A bei der Wasserentziehung durch die Schrumpfung nach der Schichtennormale in die Lage A' und ebenso B nach B' geführt werde. Die Strecke $A'B'$ ist länger als AB. Zwar wird dieselbe durch die Tangentialschrumpfung der Schichten noch etwas verkürzt. Er lässt sich aber leicht einsehen und zudem mathematisch nachweisen, dass die materiellen Theilchen von $A'B'$ dennoch auseinandergezerrt bleiben, weil der Normalschrumpfungscoefficient grösser ist als der tangentiale. Indem sich diese Theilchen nun einander elastisch zu nähern streben, ziehen sie die Enden der Innenwand einwärts und biegen dieselbe somit, in soweit nicht andere Umstände dies hindern, um. — Der hierin befolgte Gedankengang ist kein anderer, als derjenige, dessen man überhaupt sich bedient, um die Krümmung zweier aneinandergehefteter Lamellen zu erklären, die sich, sei es bei Temperaturwechsel, sei es infolge Wassermangels, ungleichmässig verkürzen.

Uebrigens würde man die von Stangeria berichteten Bewegungen ebenso leicht haben erklären können, wenn man statt der beiden durch die Mittellamelle verbundenen Radialwandungen zweier benachbarter Zellen die einander opponirten derselben Zelle im Zusammenhang mit der inneren Tangentialwand in Betracht gezogen hätte. Die obige Darstellung ist nur deshalb gewählt worden, weil sie sich enger an die bisherigen Auseinandersetzungen anschliesst. Wir werden auf den zweiten Weg zurückkommen, nachdem wir bei Dianthus prolifer ein besonders eclatantes Beispiel für die besprochene eigenthümliche Wirkung der überwiegenden Schrumpfung nach der Schichtennormale kennen gelernt haben. —

Hinsichtlich der speciellen Verhältnisse bei Stangeria sei ergänzend nachgetragen, dass die Querschrumpfung der inneren Epidermiswand noch dadurch verringert ist, dass ihre Micelle nach Ausweis der Poren quertangential verlaufen, während sie auf den Radialwänden radial gestellt sind. Dieser Lage der Micelle mag es übrigens zuzuschreiben sein, dass bei Stangeria auch die Verkürzung von Längsschnitten durch die Epidermis eine ziemlich beträchtliche ist.

Gesammtresultat für die Pollensäcke der Cycadeen.

Die quergerichtete Auswärtsbewegung der Pollenbehälter wird hervorgebracht durch die überwiegende Normalschrumpfung der verdickten Epidermiswände, deren Schichten grösstentheils senkrecht zur Querrichtung streichen. Der Epidermis angelagertes, derbwandiges Parenchym tritt als Sperrgewebe vielfach unterstützend auf[1]).

II. Kapseln der Caryophyllaceen (Dianthus, Saponaria, Silene, Gypsophila, Lychnis, Spergula) und von Luzula.

Winke zur Deutung der Mechanismen von Angiospermen-Antheren und Farnsporangien.

Die Mechanismen dieser Gruppe unterscheiden sich von denen der vorigen sehr wesentlich dadurch, dass ihre dynamisch-wichtigsten Elemente — hier wiederum die Aussenepidermiszellen — nicht senkrecht zur Hauptspannungsrichtung verkürzt, sondern im Gegentheil nach ihr verlängert sind. Abgesehen von der Kapselspitze sind diese Zellen nämlich durchweg in der Richtung der Kapselaxe gestreckt. Dass sie in dieser Richtung beim Wasserverlust trotzdem eine starke Längenabnahme erleiden, ist in dem Bau der äusseren Tangentialwand begründet. Es ist auffällig, dass die charakteristischen Eigenthümlichkeiten derselben bisher fast ganz übersehen worden sind. Nur bei Spergula hat G. Kraus[2]) auf dieselbe aufmerksam gemacht. Er sagt nämlich darüber: »Merkwürdig ist die eigenthümliche Verdickungsweise der äusseren Wand der Epidermis. Betrachtet man nämlich die Zelle von der äusseren Fläche, so erscheint sie wie von derben Ringfasern besetzt. Im Querschnitt erkennt man als Ursache halbmondförmige Verdickungsscheiben, die an der äusseren Wand mit ihrer convexen Seite aufsitzen und mit der concaven coulissenartig in das Lumen vorspringen.« (Vgl. den Längsschnitt, Fig. 8 unserer Tafel.) In meiner Dissertation (pag. 45) suchte ich die starke Längsschrumpfung dieser Zellen mit der Lage der Verdickungsscheiben in Zusammenhang zu setzen, »indem diese durch ihre Contraction senkrecht zu ihrer Fläche, wie ebensoviele horizontale Wände wirken« sollen. Bei anderen Caryophyllaceen sind diese Verdickungsscheiben zur Reifezeit weit massiger ausgebildet, schliessen aber zu einer organisch zusammenhängenden Haut mehr oder weniger eng zusammen. Bei Saponaria z. B. ist deren Grenzlamelle meist noch deutlich gewellt; von deren Thälern ziehen oft deutliche Spalten eine Strecke weit nach aussen (vgl. Fig. 6). Bei Dianthus ist die Fältelung der Grenzlamelle meist nahezu verschwunden; die dunkleren Streifen, welche den Rändern der Verdickungsscheiben entsprechen, sind anscheinend aus Wandsubstanz gebildet, nur im Inneren der Membran noch sichtbar und untereinander verbunden durch ungemein zahlreiche wellige Zuwachslinien (vgl. den Radialschnitt in Fig. 9 und die Flächenansicht. Fig. 10). Bei dieser verschiedenen

---

[1]) Ob nun bei dem Stangeria-Typus etwa nebenher noch ungleiche Quellungsfähigkeit der Substanzen, aus denen die Verdickungsschichten, bez. der äussere sie umgebende Rahmen gebildet sind, eine Rolle spielt, lasse ich dahingestellt.

[2]) Pringsh. Jahrb., Bd V, Heft 1, pag. 207.

Ausbildung bleibt aber die bedeutende Längscontraction der bezeichneten Membran bei Wasserverlust stets erhalten. Nach meinen Messungen beträgt sie durchschnittlich etwa 11—12 %. In wieweit sie bei den einzelnen Mechanismen mitwirkt, wird sich aus der folgenden speciellen Besprechung derselben ergeben.

1) Dianthus prolifer L., Kapsel.[1])

Gegen die massige Aussenepidermis tritt, abgesehen von den Zahnrändern, das übrige Gewebe vollständig zurück; es ist so zartwandig, dass es für die hygroskopischen Spannungen nicht in Betracht kommt. Es fragt sich mithin, welche Theile der Kapsel im Antagonismus mit der quergestreiften Aussenhaut die Widerstandslage für die Längskrümmung der Zähne bilden. Als solche spielen ohne Zweifel zunächst eine Rolle die schmalen Längsreihen verholzter und längsgestreckter Parenchymzellen, welche, wie angedeutet, an den Seitenwänden der Zähne unterhalb der Epidermis zu finden sind. Sie sind zum Sperrgewebe wohlgeeignet, da nach der Fruchthöhle zu ihre Streckung wächst und ihre Poren sich zugleich mehr und mehr aufrichten. Schneidet man von einem Zahne die Randstreifen ab, in welchen diese zweite derbere Lage sich findet, so schlagen sich dieselben beim Trocknen in der That selbstständig nach aussen um, wie der ganze Zahn. Aber auch das von diesen Zellen durchaus freie Mittelstück des Zahnes verhält sich ebenso, und das ist auch dann noch der Fall, wenn man durch Schaben mit dem Skalpell nicht bloss das Parenchym, sondern auch die innere, dünne Tangentialwand nebst den anstossenden, schwachen Theilen der Radialwände beseitigt und das Mittelstück somit auf die äussere Epidermiswand allein reducirt hat.

Als bequemstes Auskunftsmittel zur Deutung solcher Fälle wird gewöhnlich die Annahme »ungleicher Quellbarkeit« der Lamellen herangezogen. Jedoch geben Anilinchlorid und Jodchlorzink keine Anhaltspunkte dafür, dass etwa hier die äussere Partie der »Aussenhaut« von der inneren substanzverschieden sei; beide Agentien färben dieselbe, wie überhaupt die Aussenepidermiswände, ziemlich gleichmässig gelb.

Entscheidender aber als dieser, ist der andere Umstand, dass dieselbe Membran sich in der Quere beim Austrocknen einwärts krümmt. Wir sind somit auf einen Fall gestossen, wie er bisher noch nicht aufgefunden worden ist, dass nämlich eine einzige, einheitlich erscheinende Zellwand bei Wasserentziehung und -zufuhr eine doppelte Krümmung in entgegengesetztem Sinne erfährt. Dies gilt auch für Schnitte derselben:

---

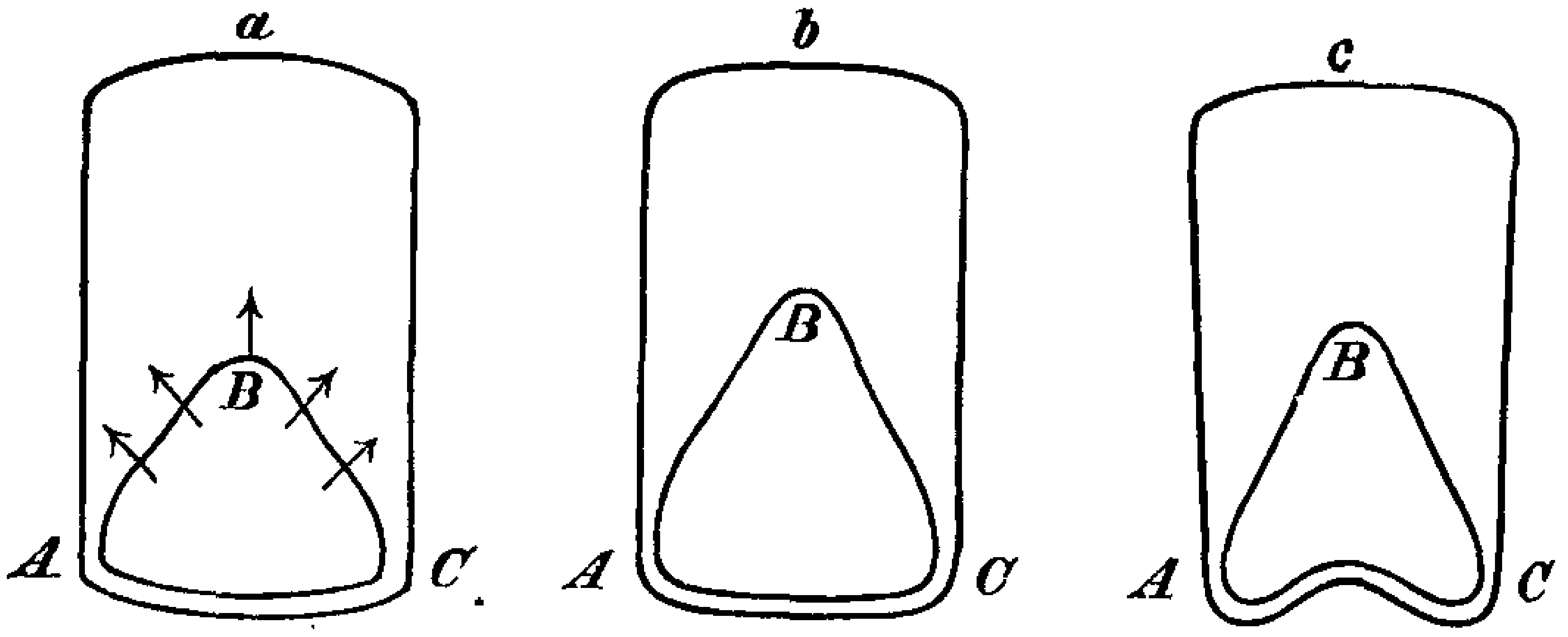
[1]) Literatur: Kraus, l. c. pag. 107; Tafel VIII, Fig. 14. — Leclerc du Sablon, l. c. pag. 43.

Längsschnitte wurden beim Austrocknen aussen concav, Querschnitte innen.

Da unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, dass zur Erklärung jener mit der Richtung wechselnden Verhältnisse die innere Struktur der Membran zu Hilfe genommen werden muss. Sehen wir zu, in wieweit dieselben durch die Schichtung und Streifung verständlich werden.

Die Schichtung tritt auf dem Querschnitt hervor. Die Fig. 12 stellt einen solchen durch eine einzelne Aussenepidermiszelle im wasserdurchtränkten Zustande dar. Das Lumen ist tangential breiter und schwach deltaförmig oder linsenförmig; die Schichten streichen in mächtiger Gesammtdicke und innen in ziemlich flachem Bogen, aussen fast geradlinig, von der einen Radialwand zur andern. In Fig. 11 ist dieselbe Zelle gezeichnet, nachdem sie das Imbibitionswasser eingebüsst hat. Es wird deutlich auffallen, dass das Lumen stärker deltaförmig geworden ist, die Radialwände, die vorher parallel zu einander waren, nunmehr nach innen convergiren, und die dünne Innenwand der Epidermis in das Lumen eingestülpt ist. Wir haben also ein ähnliches Vorkommniss wie bei Stangeria, jedoch in umgekehrter Lage. Die Erklärung ist daher der dort gegebenen entsprechend. Die Darlegung derselben soll aber diesmal in der zweiten daselbst (vgl. pag. 208) angedeuteten Fassung erfolgen, weil diese behufs der späteren Auseinandersetzungen über Spergula und über die bei manchen Antheren muthmasslich auftretenden hygroskopischen Spannungen die bequemere und anschaulichere ist[1]).

Es bezeichne in der folgenden Textfigur *a* die gekrümmte Linie *ABC* die innere Grenzlinie der äusseren Epidermiswand von der Tafelfigur 12; die beigesetzten Pfeile deuten die Richtungen der Normalschrumpfung ihrer Schichten an. Indem durch dieselbe die Strecke *ABC* von ihren Anheftungspunkten *A* und *C* aus stark in den Pfeilrichtungen verschoben wird, erleidet sie eine bedeutende Dehnung (vgl. Fig. *b*), übt also, indem sie dieser elastisch widerstrebt, auf die Radial-



---

[1]) Ich verdanke dieselbe einer brieflichen Mittheilung Schwendeners, die sich allerdings nicht auf Dianthus speciell bezog, sondern einen allgemeineren Charakter trug.

wandenden A und C[1]) einen beträchtlichen Zug aus, und führt so die Form der Fig. *c* herbei, welche der Tafelabbildung 11 entspricht.

Die Anwendung stärkerer Quellungsmittel, als des reinen Wassers, ergiebt eine Bestätigung dieser Auffassung. Man betrachte die Fig. 13 der Tafel, welche die Abbildung einer anderen Epidermiszelle von Dianthus liefert, die mit starkem Kali behandelt worden ist. Die dem Lumen benachbarten Schichten sind infolge der starken Normalquellung der äusseren Schichten geradezu in das Lumen hinein umgestülpt, und dieses ist nicht bloss ausgefüllt, sondern es ist auch die dünne Innenwand der Zelle gesprengt oder zur Seite gedrängt und von den quellenden Massen überlagert worden.

Gehen wir nun zu Längsschnitten über, so ist an diesen diejenige Region der »Aussenhaut« zu bestimmen, welche die Widerstandslage bei der durch Wasserverlust verursachten Auswärtskrümmung bildet. Es lässt sich zeigen, dass sie nur eine schmale an das Lumen anstossende Lamelle darstellt, und der weitaus grösste Theil der Aussenhaut (abgesehen von der dünnen Cuticula) als dynamische oder Contractionslage anzusehen ist. Zerlegt man nämlich Radialschnitte durch die »Aussenhaut«, unter dem Simplex, der Länge nach in einen äusseren Theil mit der Cuticula und einen inneren, dem Lumen benachbarten Abschnitt, so beobachtet man, dass der letztere auf Wasserentziehung und -zusatz ebenso reagirt wie der vollständige Schnitt, während der erstere (offenbar infolge des Widerstandes der Cuticula) sich entgegengesetzt verhält. Und dies ist auch dort der Fall, wo der innere Abschnitt streckenweise sehr schmal ausgefallen ist. Entsprechendes ergiebt sich, wenn man die Aussenhaut durch Schaben mit dem Scalpell von innen her möglichst verdünnt hat und dann erst Radialschnitte derselben anfertigt und prüft. Man trifft dann auf solche, welche trotz beträchtlicher Breite keine Krümmungen mehr zeigen, und kann umgekehrt constatiren, dass an solchen, welche sich noch ebenso verhalten wie die ganze Klappe, die das Lumen begrenzende Lamelle bei gewissen Einstellungen des Mikroskops noch sichtbar ist.

Nach diesen Beobachtungen ist somit nur eine schmale innere Grenzlamelle der Aussenwand als Widerstandslage bei der Auswärtskrümmung anzusprechen. Der anatomische Befund stimmt hiermit überein. Denn die dunklen Streifen der Aussenwand setzen an derselben ab (vgl. Fig. 9, welche einen Radialschnitt durch eine theilweise entwässerte Zelle darstellt und daher die linke Seite etwas verkürzt zeigt). Die Grenzlamelle zeichnet sich auch durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen aus.

---

1) Diese weichen nämlich wegen der schwächeren Verkürzung der Radialwände nicht entsprechend nach aussen zurück.

Endergebniss. Das Auswärtsschlagen der Kapselzähne von Dianthus prolifer beruht auf der starken Längscontraction der quergestreiften Hauptmasse der äusseren Epidermiswand gegenüber der innersten Grenzlamelle derselben resp. gegenüber den übrigen verholzten Wandcomplexen, die sich nach innen an dieselbe anschliessen und nach der Fruchthöhle ihre Poren aufrichten unter gleichzeitiger Längenzunahme der Zellen.

2) Saponaria officinalis L., Kapsel[1]).

Der wesentlichste Unterschied zwischen der Saponaria- und der Dianthus-Kapsel ist darin zu suchen, dass die Widerstandslage der ersteren von der inneren Tangentialwand der Epidermis und den dünneren Theilen ihrer Radialwände gebildet wird[2]), und die ganze Aussenwand als Contractionslage auftritt.

Die bezeichneten inneren Wände sind nämlich weit fester gebaut als bei Dianthus und stark verholzt. Querschnitte der Aussenepidermis lassen daher mit Einfaltung der Innenwand verbundene Einwärtskrümmungen beim Austrocknen nicht mehr erkennen; dagegen wurde an ihren Endzellen nicht selten eine Einknickung der freien dünneren Radialwand beobachtet, was sich, wie mir scheint, wiederum auf die überwiegende Normalschrumpfung und zwar sowohl der inneren als der äusseren Tangentialwand zurückführen lässt. Dabei erleiden die Querschnitte eine Verkürzung von ca. 12 %; ein Umstand, der dadurch seine Erklärung findet, dass das Lumen auf dem Querschnitt radial birnförmig nach aussen verlängert ist, die ihm benachbarten Schichten mithin mehr radial streichen als bei Dianthus.

Ueber die Ursache der longitudinalen Schrumpfungsdifferenzen erhalten wir am leichtesten Aufschluss, wenn wir die Epidermis der Kapsel von der Fläche her durchmustern. Bei dieser Ansicht bietet nämlich in der mittleren Höhe der Kapsel die innere und äussere Epidermiswand dasselbe Bild. Beide sind mit zahlreichen scharf markirten schmalelliptischen Querporen übersät. Die Innenwand bewahrt nun diesen Charakter bis an die Kapselspitze heran. In der Aussenwand werden diese dagegen nach oben hin verschwommener, weniger zahlreich und länger gestreckt, bis sie in die dunklen Streifen übergehen, welche, wie bei Dianthus (vgl. Fig. 10), mehrere Banden begrenzen, die bei der äussersten Einstellung von einer radialen Längswand quer zur anderen laufen. Der Radialschnitt lehrt, dass sich dabei die Aussenwand zugleich mehr und mehr verdickt und von den dunklen Streifen bis ans Lumen durchsetzt ist. Die äussere Grenzlinie desselben ist daher den Streifen entsprechend gewellt und z. T. tief eingeschnitten (vgl. Fig. 6). Die Banden gehen auch auf die Radialwand über, verlieren aber auf diesen nach der Innenwand zu ihre zarte, weiche Begrenzung, indem sie miteinander anastomosiren und breitere, kürzere Querspalten zwischen sich lassen.

---

[1]) Litteratur: Kraus, l. c., pag. 106; Leclerc, l. c., pag. 42, mit Tafel 3, Fig. 5—8.

[2]) Dabei ist allerdings wieder von den Randbündeln gestreckter verholzter Zellen abgesehen, die unterstützend eintreten wie bei Dianthus.

Endergebniss: Die Ursache des Aufspringens ist die Längsspannung zwischen der infolge ihrer stark ausgesprochenen Streifung sich stark verkürzenden Aussenwand der Epidermis einerseits, und den mit kürzeren Querporen versehenen inneren dünnen Längswänden derselben resp. den Randbündeln aus derbwandigen Zellen (mit nach innen wachsender Zellenlänge und Steilstellung der Poren) anderseits.

3) Lychnis vespertina Sibth., Kapsel[1]).

Die Aussenepidermiszellen der Kapselzähne sind abweichend von denen der beiden vorigen Gattungen pallisadenartig radial gestreckt. Von der Aussenfläche gesehen erscheint ihr Lumen ungefähr sternförmig, weil die Radialwände mit Verdickungsleisten besetzt sind, die, eng gedrängt, den Zellraum auf mehrere schmale Kanäle verengen (s. Fig. 16); nur in der Nähe der Innenwand erweitert sich das Lumen (Fig. 14). Bei der starken Verdickung der radialen Pallisadenwände ist es nicht zu verwundern, wenn sich die Aussenhaut (gerechnet bis zur Erweiterung des Lumens) sowohl in der Längs- als in der Querrichtung beträchtlich verkürzt und zwar in der ersteren um ca. 15 %, in der letzteren um ca. 10 %. Die schwächere Abnahme in der Quere überrascht auf den ersten Blick, jedoch wird sie verständlich, wenn man die Anordnung der Micellreihen innerhalb der Schichten beachtet. Untersucht man nämlich einen dünnen Flächenschnitt durch die äussere Hautzone, so zeigt sich, dass sich die radialen Verdickungsbänder, nach aussen, zu quer über die Zelle verlaufenden Leisten vereinigen (vgl. Fig. 17, in der ausnahmsweise wenige Querbänder hervortreten). Somit sind die Micelle in der Aussenwand quergestreckt. In den Radialwänden ziehen sie radial, soweit die getrennten Verdickungsbänder laufen; in der Nähe des Lumens erleidet aber die Wandsculptur, und somit wohl auch die innere Structur, wie bei Saponaria, eine Aenderung. Die langen Spaltenzüge gehen nämlich in getrennte, kürzere und breitere Poren über, die weiterhin rundlich werden (vgl. Fig. 14). Die Micelle scheinen hier an tangentialem Durchmesser zu gewinnen. Auf der Innenwand sind sie jedenfalls wie auf der äusseren quertangential gestellt.

---

1) Litteratur: Steinbrinck, Dissertation von 1873, pag. 44.

Durch die angegebene Orientirung der Micelle erklärt sich, dass auch die »Aussenhaut« von Lychnis bei Wasserentziehung und -zufuhr, wie an Schnitten constatirt wurde, doppelte Krümmung erleidet, wie die von Dianthus: auf Querschnitten wird sie innen, auf Längsschnitten aussen concav. Ebenso wie die letzteren verhalten sich auch solche durch die vollständige Epidermis.

Die Pflanze begnügt sich jedoch auch hier nicht mit den epidermalen Spannungen. Sie ist vielmehr mit der Verstärkung der Kapselwandung noch erheblich weiter gegangen als bei Saponaria oder Dianthus. Denn die verholzten Zelllagen, welche dort nur an den Rändern der Zähne angetroffen werden, ziehen hier über die ganze Fläche derselben hinweg und sind sehr mächtig ausgebildet. Längsschnitte aus ihr krümmen sich ebenso wie die ganze Klappe. Die in ihr von aussen nach innen fortschreitende Abnahme der Längsschrumpfung ist, wie bei Saponaria und Dianthus, z. T. auf die mächtigere Ausbildung der äusseren Querwände, z. T. auf die Aufrichtung der Poren, z. T. aber auch wiederum auf die verschiedenartige Sculptur von Wänden gleicher Porenrichtung zurückzuführen.

Dass sich auch der ganze Zahn-Querschnitt beim Austrocknen auswärts krümmt, ist u. a. der nach innen stark abnehmenden Dicke der radialen Längswände zuzuschreiben.

Ergebniss: Die Ursache des Aufspringens ist die von innen nach aussen successive durch mehrere Zelllagen hindurch fortschreitende Abnahme der Schrumpfung in der Quer- und Längsrichtung, welche in der äusseren Ausgestaltung der Zellen, sowie in deren Wandstructur, begründet ist.

4) Spergula arvensis L., Kapsel[1]).

Die Kapsel von Spergula arvensis, die mit 5 Klappen aufspringt, ist dadurch besonders interessant, dass ihre vollständigen Klappen infolge des Wasserverlustes fast regelmässig dieselbe entgegengesetzte Doppelkrümmung erleiden, wie sie uns von der »Aussenhaut« der Dianthus-Zähne her schon bekannt ist. Allerdings treten die beiden Krümmungen nicht gleichzeitig auf. Nach dem Aufspringen schlagen sich die Klappen zuerst einfach der Länge nach auswärts um und verharren in diesem Zustande. An solchen Kapseln jedoch, die sich schon vor längerer Zeit geöffnet haben, findet man die oberen Klappenhälften in der Quere einwärts gefaltet, oft soweit, dass die Innenflächen ihrer Hälften sich berühren. Beim Benetzen wird umgekehrt, zuerst die Querkrümmung, und später die Längskrümmung rückgängig gemacht.

---

1) Litteratur: Kraus, l. c., pag. 207; Steinbrinck, Dissert., pag. 45.

Da sich nur am Rande der Klappen einige derbe, verholzte Zellen und im übrigen nur zartes, an reifen Früchten gänzlich kollabirtes Parenchym unterhalb der äusseren Epidermis findet, so ist diese allein für jene Formveränderungen verantwortlich zu machen.

Ihre wichtigste Eigenthümlichkeit ist bereits pag. 209 erwähnt worden; (vgl. auch Fig. 8); aber eine lehrreiche Thatsache muss bezüglich der dort beschriebenen Verdickungsscheiben noch nachgetragen werden. — Wir berichteten ja von den dynamischen Tafeln der Linaria- und Helianthemum-Kapsel, dass ihre längsten Tangentialdurchmesser im ganzen quer liegen, dass sich aber die Tafelreihen vom oberen Theile des Zahnes resp. der Klappe aus nach den Seitenrändern zu bogenförmig abwärtsneigen, um sich an den Rändern selbst diesen nahezu parallel zu stellen. Ganz entsprechendes gilt nun auch von den Epidermiszellen der Spergula. Das heisst: nicht etwa diese Zellen selbst ändern ihre Richtung, sie bleiben vielmehr längsgestreckt, ihre Verdickungsscheiben jedoch unterliegen derselben Stellungsänderung wie jene ganzen Tafeln, sie setzen also nach dem Rande zu sehr schief an die geschlängelten Längswände der Epidermis an.

Hiernach ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass es thatsächlich, wie bei den übrigen Caryophyllaceen, die Schrumpfung der Aussenwand senkrecht zu der Scheibenfläche ist, welche activ das Aufspringen und Auswärtsschlagen der Klappen in ihrer Längsrichtung bewirkt. Als Widerstandslage kann nur die Innenwand der Epidermis, vielleicht sammt einem grösseren oder kleineren Theil der Seitenwände in Betracht kommen. In der That zeigt diese Wand der äusseren gegenüber eine ähnliche Differenz der Sculptur, wie sie vorher bei Saponaria angegeben worden ist. Ihre Poren sind kurz-elliptisch, in der mittleren Region der Klappenfläche ebenfalls quergerichtet, in den seitlichen zu den schiefen Aussenleisten entgegengesetzt angeordnet. Dieser Sculpturunterschied innen und aussen scheint, wie schon früher bemerkt, eine geringere Tangentialschrumpfung in den, zum Längsdurchmesser der kürzeren und breiteren Poren senkrechten Linien nach sich zu ziehen. Somit wäre die eigentliche Oeffnungsmechanik der Spergula-Kapsel als aufgehellt zu betrachten.

Was nun aber noch die nachträgliche, zweite (einwärtsgerichtete Quer-) Krümmung anbetrifft, so scheint mir für sie dieselbe Erklärung geboten, wie für die quere Einwärtsbewegung der Dianthus-Epidermis; d. h. sie beruht auf der Normalschrumpfung der Schichten, welche die Verdickungsscheiben transversal zu ihrer Fläche durchsetzen. In der That sieht man an ausgetrockneten Querschnitten wie bei Dianthus sehr vielfach die Innenwand in das Lumen hineingestülpt. Dass diese zweite Krümmung sich nur langsam vollzieht, mag in dem mechanischen Widerstande seinen Grund haben, den die ziemlich dicke, verholzte Innenwand der Biegung entgegensetzt. Mit dieser Auffassung steht im Einklang, dass die Einwärtsbewegung der Klappe bei der Benetzung mit Wasser im Gegentheil sehr rasch rückgängig gemacht wird.

5) Kapseln von Silene Otites Sm, Gypsophila muralis L, Luzula campestris DC.

Bei Silene und Gypsophila hat sich meine Untersuchung darauf beschränkt, das Vorhandensein einer sehr deutlich markirten Querstreifung der äusseren Epidermiswand in den Zähnen, ganz wie bei Saponaria oder Dianthus, zu konstatiren. — Die Flächenansicht, sowie Quer- und Längsschnitte der Kapsel von Luzula campestris lassen vermuthen, dass das Aufspringen der Kapsel auch hier der überwiegenden Längsschrumpfung der äusseren Epidermiswand zu verdanken ist. Die Streifen derselben sind allerdings nur hin und wieder sichtbar; die Lage ihrer Micellarreihen ist aber aus der Existenz von Querporen zu entnehmen (vgl. den Radialschnitt Fig. 7). Der Oeffnungsmechanismus dürfte am meisten dem von Dianthus entsprechen, und die innere Grenzlamelle der Aussenwand im Verein mit den radialen Längswänden der Epidermis als Widerstandslage anzusehen sein.

6) Bemerkungen über den muthmasslichen Oeffnungsmechanismus von Farnsporangien und Angiospermen-Staubbeuteln.

Nach den auf den vorangehenden Blättern vorgetragenen und den früheren von Nägeli, Schwendener Zimmermann, Eichholz, und mir gesammelten Erfahrungen erscheint es, wie nun wohl zugegeben werden wird, kaum denkbar, dass nicht auch in den bisher in dieser Hinsicht noch nicht genau geprüften Mechanismen der Angiospermen-Pollensäcke und verschiedener Sporenbehälter die Lage der Schichten und Streifen, resp. Poren oder Verdickungsleisten nicht ebenfalls eine hervorragende Rolle spielen sollte. Die vorliegenden Mittheilungen bieten im Vergleich mit den bisherigen Veröffentlichungen über die letztgenannten Organe mancherlei Anhaltspunkte zu Muthmassungen über den speciellen Einfluss der Schichten- oder Poren- und Leistenlage in gewissen Einzelfällen. So finden sich in den Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères von Leclerc du Sablon wiederholt Andeutungen, dass die Flächenschrumpfung der Membranen senkrecht zu den Verdickungsbändern ein Maximum ist, so z. B. pag. 104 bei der Besprechung von ringförmig verdickten Zellen aus dem Endothecium der Datura Stramonium, pag. 108 bei der Auseinandersetzung über die Bedeutung der Querleisten von Delphinium orientale und entsprechend pag. 114 bei der Klappe von Mahonia japonica, sowie pag. 120 bei Nicotiana Tabacum. In anderen Fällen scheint die überwiegende Normalschrumpfung innerhalb der jeweiligen Ebene der Verdickungsbänder im Sinne der queren Einwärtskrümmung bei Spergula und Dianthus ausschlaggebend zu sein, wie in den Beispielen[1]: Malva silvestris pag. 104, Hedysarum flexuosum pag. 105, Antirrhinum maius pag. 111. Bei Antirrhinum verlegt Leclerc selbst die Krümmungsebene in die Richtung der schief verlaufenden Leisten, zieht aber in seiner ganzen Abhandlung durchweg als Ursache der hygroskopischen Spannung nur einen, wohl vielfach mehr gemuthmassten als bewiesenen Gegensatz zwischen stärker quellungsfähiger Cellulose und weniger quellbarer verholzter Wandmasse heran, ohne die Lage der Hauptquellungsaxen im Zusammenhang mit dem anatomischen Bau zu bestimmen. Zudem berücksichtigt er nicht, dass Schinz wiederholt Faltungen der unverdickten Membran beobachtet hat, welche die ihr zugeschriebene Betheiligung als activer Lamelle bei der Erzeugung von Krümmungen ausschliessen.

Auch der Versuch, die Spannungen, welche das Aufspringen der Farnsporangien bewirken, mit denen sich namentlich Schrodt eingehend beschäftigt hat, im Anschluss an unsere Textfigur pag. 211 zu deuten, scheint mir im Hinblick auf die nach Schinz' Tafel I Fig. 1 u. 2 copirten Figuren 22a u. b unserer Tafel nicht aussichtslos. Ferner dünkt mir die Untersuchung der Frage nicht von der Hand zu weisen zu sein, ob das »Springen« der Farnsporangien, das der ersten Auswärtsbewegung der Annuli folgt, vielleicht auf Oscillationen zurückgeführt werden könnte, wie sie beim Austrocknen oder der Imbibition von Geweben nicht selten zu beobachten sind. Man findet nämlich öfters, dass nach dem Verdunsten der Flüssigkeit die sonst durch die Imbibition bewirkte Krümmung zunächst zunimmt, um erst nach einigen Augenblicken in die entgegengesetzte überzugehen; entsprechendes zeigt sich dann auch bei der Wasserzufuhr. So verhalten sich z. B. die »Aussenhaut« von Dianthus, die quergeporte Lage des Stereoms der Erodium-Granne u. a. Gewebe. Schrodt zieht zur Erklärung des Springens den Luftdruck heran; jedoch bleibt es mir immer noch unerklärlich, warum die Luft durch die Aussenhaut so urplötzlich in grösserer Menge in den Zellraum eindringen sollte, anstatt allmählich hinein zu diffundiren.

Es liegt mir übrigens vollständig fern, mit diesen letzten Andeutungen allseitig wohlerwogene Hypothesen aufstellen zu wollen. Der einzige Zweck derselben ist, zu einer neuen Bearbeitung der erwähnten Mechanismen anzuregen und, da es mir selbst an Musse zu einer solchen fehlt, Anderen möglicher Weise nützliche Winke für die Ausführung der gewiss lohnenden Untersuchung zu geben.

---

1) Diese Erklärung ist ja auf die »Griffzellen« nicht minder anwendbar wie auf »Bank«- oder »Stuhlzellen«. In Fig. 23 ist nach Schinz Tafel III Fig. 22 ein Querschnitt durch zwei »Bankzellen« copirt, um durch die eingetragene Hülfslinie an die in unserer Textfigur gegebene Erklärung zu erinnern.

Erklärung der Tafel.

Vorbemerkung: Sämmtliche Figuren, welche Schnitte darstellen, sind so orientirt, dass die beim Schrumpfen concav werdende Seite links liegt. — *e* bedeutet stets die äussere, *i* die innere Epidermis und *h* die Hartschicht. — Nur die mechanisch wirksamen Elemente sind gezeichnet.

Fig. 1. Linaria vulgaris, Kapselzahn; radialer Längsschnitt. (320/1).
Fig. 2. Antirrhinum maius1); ebenso. (320/1).
Fig. 3. Encephalartos horridus, Pollensack; Querschnitt. (320/1).
Fig. 4. Stangeria paradoxa, Pollensack; Querschnitt in Wasser. (320/1).
Fig. 5. Stangeria paradoxa, Pollensack; derselbe Schnitt wie Fig. 4; aber trocken. (320/1).
Fig. 6. Saponaria officinalis, Kapselzahn; Theil eines radialen Längsschnitt vom Rande. (180/1).
Fig. 7. Luzula campestris, Kapselklappe; Radialschnitt der Aussenepidermis. (360/1).
Fig. 8. Spergula arvensis, wie vorher. (360/1).
Fig. 9. Dianthus prolifer, Kapselzahn; Aussenepidermiszelle im Radialschnitt, theilweise entwässert. (360/1).
Fig. 10. Wie vorher, Flächenansicht. (180/1).
Eig. 11. Wie vorher, Querschnitt trocken. (180/1).
Fig. 12. Wie vorher, dieselbe Zelle feucht. (180/1).
Fig. 13. Wie vorher, eine andere Zelle in Kali. (180/1).
Fig. 14. Lychnis vespertina, Kapselzahn; Aussenepidermiszelle im Radialschnitt. (180/1).
Fig. 15. Lychnis vespertina, Kapsel, mittlere Höhe; Aussenepidermis von der Fläche. (360/1).
Fig. 16. Lychnis vespertina, Kapsel-Zahn; Aussenepidermiszelle von der Fläche bei mittlerer Einstellnng. (360/1).
Fig. 17. Dieselbe Zelle bei der äussersten Einstellung. (360/1).
Fig. 18. Siehe Text, Seite 208.
Fig. 19. Helianthemum guttatum, Kapsel; Aussenepidermiszelle bei der äussersten Einstellung. (360/1).
Fig. 20. Dieselbe Zelle bei der innersten (tiefsten) Einstellung. (360/1).
Fig. 21. Helianthemum guttatum, Kapselspitze; Theil eines Radialschnitts. (360/1)
Fig. 22. Scolopendrium officinarum, Sporensack; Annuluszellen im optischen Durchschnitt. Copie nach Schinz, »Untersuchungen über den Mechanismus des Aufspringens der Sporangien und Pollensäcke«, Tafel 1, Fig. 1 *D* und Fig. 2.
a) im feuchten, b) im trockenen Zustande.
Fig. 23. Mahonia japonica, Staubbeutel; Querschnitt von 2 Endotheciumzellen in Wasser. Copie nach Schinz, l. c., Tafel III, Fig. 22.

---

1) Die Fig. 2 ist insofern nicht ganz genau, als die drei grösseren Porenkanäle keine offenen Verbindungen von Nachbarzellen darstellen, sonden von der Mittellamelle durchquert sind.

Die Süsswasser-Peridineen

von

August Jacob Schilling.

(Hierzu Tafel VIII, IX u. X).

Mit allen übrigen Flagellaten wurden auch die Peridineen erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zum Gegenstande wissenschaftlicher Forschung erhoben. Die ersten brauchbaren Mittheilungen über dieselben verdanken wir dem verdienstvollen Dänen Otto Friedr. Müller[1], welcher in seinem Werke Historia vermium terrestrium et fluviatilium (Hauniae 1773) zwei Süsswasserformen Bursaria hirundinella und Vorticella cincta aufführte, welchen er in einem späteren Werke Zoologiae Danicae Prodomus 1777 noch eine weitere, aber marine Form Cercaria Tripos beifügen konnte. Ueber ihre Organisationsverhältnisse hatte er sich auch eine Vorstellung zu bilden gesucht, welche jedoch nicht hinreichen mochte, um die Zusammengehörigkeit dieser Formen zu erkennen. Denn heute sehen wir seine Bursaria hirundinella und Cercaria Tripos in der von Schrank begründeten Gattung Ceratium vereinigt, während Vorticella cincta Angehörige der Gattung Peridinium in sich schliesst. Bergh nimmt sogar an, dass sich neben Peridinium tabulatum auch Glenodinium darunter befinde, was jedoch Bütschli nicht für erweisbar erachtet.

Nach Müller's Veröffentlichungen verstrichen fast zwei volle Jahrzehnte, bis ein neuer Fortschritt sich, wenn zwar auch nur in systematischer Hinsicht, auf diesem Gebiete bemerkbar machte. Es entdeckte nämlich 1793 F. von Paula Schrank[2] eine neue Süsswasserform Ceratium tetraceros, welcher er einige Jahre später eine zweite, nur durch längere Hörner ausgezeichnete, unter der Bezeichnung Ceratium macroceros zugesellte. Dieselbe war aber schon aus den Arbeiten seines Vorgängers als Bursaria hirundinella längst bekannt.

Die hierauf folgende Zeit trug bis zu dem epochemachenden Auftreten von Michaelis und Ehrenberg nichts mehr zur Bereicherung des vorhandenen Formenschatzes bei. Sie war auch sonst sehr arm an neuen Errungenschaften. Der einzige nennenswerthe Gewinn in dieser Epoche war die von Nitsch[3] 1817 zu Tage geförderte Erkenntniss, dass die Müller'sche Cercaria Tripos in die von Schrank begründete Gattung Ceratium gehört. Denn ohne jeglichen Werth waren die Bemühungen Bory von Vincents[4] (1824), diese Form, ebenso wie auch Müller's Bursaria hirundinella innerhalb ihrer Familien zu Vertretern eigener Gattungen zu erheben.

Mit dem Jahre 1830 brach für die Erforschung unserer Gruppe eine glücklichere Zeit an, indem nun Michaelis[5] und Ehrenberg in ihre wissenschaftliche Thätigkeit eintraten. Als Arzt wandte sich jener hauptsächlich der Bearbeitung physiologischer Fragen zu. Bei seinen experimentellen Untersuchungen über das Meeresleuchten in der Kieler Bucht gelangte er zu der wichtigen Entdeckung, dass an dem Zustandekommen dieser Erscheinung Peridineen betheiligt sind.

Die Untersuchung der einzelnen Arten lag ihm fern, denn für die systematische Bearbeitung unserer Gruppe hatte er so gut wie kein Interesse. Sie war aber gerade das Arbeitsfeld für seinen Zeitgenossen Ehrenberg[6], welcher seine ausgezeichneten Entdeckungen in einer grossen Reihe classischer Arbeiten niedergelegt hat. Ihm gebührt das grosse Verdienst, den Grundstein zur Systematik dieser Organismen gelegt zu haben. Denn er machte 1838 in seinem grossen Werke: Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen zum ersten Male den Versuch, die zusammengehörigen, aber bisher in den verschiedensten Gruppen des Thierreiches zerstreuten Formen in die selbständige Familie der Peridineen zu vereinigen. An ihrer Erweiterung hatte er selbst den grössten Antheil, indem er ihr drei neue Gattungen Peridinium, Glenodinium und Dinophysis mit einer grossen Zahl neuer Arten, worunter sich auch fossile befinden, zugeführt hat. Ausserdem begründete er die bis zum Ende der fünfziger Jahre herrschenden Anschauungen über ihre Organisationsverhältnisse. Er nahm nämlich bei ihnen eine weitgehende Differenzirung, sowohl in anatomischer, als auch in sexueller Hinsicht an. Auch rührt von ihm die Annahme von dem Vorhandensein eines Wimperkranzes in der Querfurche her, welche Klebs 1883 als unhaltbar erwiesen hat.

Nach der Herausgabe seines Hauptwerkes trug Ehrenberg wenig mehr zur Förderung unserer Kenntnisse bei, da er auf seinem, damals eingenommenen Standpunkte mit eiserner Festigkeit beharrte. Das nun kommende Jahrzehnt war wieder arm an grösseren Errungenschaften. Denn ausser Werneck's[7] Beobachtungen über das später auch noch von anderen Forschern wahrgenommene Vorkommen mariner Formen im süssen Wasser brachte es nur noch Dujardins[8] Handbuch, eine compilatorische Arbeit, welche keinerlei neue Entdeckungen aufwies. Weit gewinnbringender war die Arbeit des nächsten Dezenniums. 1852 erschienen zunächst Perty's[9] Untersuchungen über die Süsswasserformen der Schweiz, eine zwar sehr umfangreiche, aber anatomisch und systematisch geringwerthige Arbeit. Die darin vertretenen Anschauungen über die Organisationsverhältnisse waren höchst unklar und verworren. Seine neu aufgefundenen Arten waren zwar sehr zahlreich, aber leider so mangelhaft beschrieben, dass sie aus seinen Angaben unerkennbar sind. Ausser S. Kent hat wohl Niemand diese Arbeit verwerthet. Fernerhin theilte 1854 Schmarda[10] in seiner Abhandlung: Zur Naturgeschichte Egypten's seine geographisch sehr interessanten Beobachtungen über egyptische Formen mit und im nächsten Jahre veröffentlichte auch Bailey[11] seine nicht minder werthvollen Untersuchungen über die geographische Verbreitung der Peridineen in Nord-Amerika.

Eine Umgestaltung der bisher geläufigen Anschauungen über die Organisation der Peridineen wurde durch die beiden Arbeiten von Allman[12] und Carter[13] herbeigeführt, von denen die eine 1855 und die andere 1858 erschienen war. Ersterer erkannte zum ersten Male die Einzelligkeit des Peridineenkörpers, womit er den von Ehrenberg begründeten und von Perty bis auf die Spitze getriebenen Vorstellungen über dessen hohe Organisation jede Stütze entzog. Ferner beobachtete er das Vorkommen von Ruhezuständen, welche aber Carter erst als eine regelmässige, zuweilen mit Theilungsvorgängen verbundene Erscheinung im Lebensgange dieser Organismen erkannte.

Im Jahre 1858 endlich begannen die beiden französischen Naturforscher Claparède und Lachmann[14] mit der Herausgabe ihres berühmten Infusorienwerkes, in welchem auch die Peridineen unter der Bezeichnung Cilioflagellaten in eingehender Weise behandelt worden waren. Es ist dies die hervorragendste Arbeit, welche seit den classischen Abhandlungen Ehrenbergs über diesen Gegenstand erschienen war. Dem Stande der damaligen Kenntnisse entsprechend bildeten sie die bisher von Ehrenberg zwischen die Cyclidinen und Vorticellinen gestellte Gruppe der Peridineen zu einer eigenen um und stellten sie, wie es ja auch in der Bezeichnung Cilioflagellaten ausgesprochen liegt, zwischen die Ciliaten und Flagellaten. Ihren Formenschatz erweiterten sie durch die Entdeckung der Gattung Amphidinium und einer grossen Zahl mariner Formen, wie auch durch die Zuweisung des hierhergehörigen, von Ehrenberg den Cryptomonadinen zugesellten Prorocentrum micans. In anatomischer Hinsicht theilten sie noch die Anschauungen Ehrenbergs und fassten sie daher als Thiere auf, was bekanntlich bei der Recension ihres Werkes Rud. Leukart[15] zur Aeusserung einer der ihrigen entgegengesetzten Ansicht veranlasst hat. Später haben sich ja auch Warming und Klebs in demselben Sinne ausgesprochen. In physiologischer Hinsicht lieferten Claparède und Lachmann höchst werthvolle Beiträge, indem sie die Fortpflanzungserscheinungen genauer verfolgten und die schon von Ehrenberg und Perty beobachtete und von anderen Forschern noch heute so nachdrücklich betonte Längstheilung dieser Organismen als eine regelmässige Erscheinung erkannten. Den Ruhezuständen widmeten sie ebenfalls ihre Aufmerksamkeit und entdeckten bei dieser Gelegenheit die sogenannten gehörnten Cysten, mit deren Herkunft und Entstehung wir uns im folgenden noch eingehend zu befassen haben werden.

In dieselbe Zeit fällt auch die bis jetzt noch in manchen Stücken unerreicht dastehende Arbeit von Lieberkühn, welche leider unveröffentlicht geblieben war, bis sie in unseren Tagen endlich durch O. Bütschli zur allgemeinen Kenntniss gebracht wurde.

Nach der Herausgabe des Claparède-Lachmann'schen Werkes, welches 1862 beendigt war, begann für die Peridineenforschung wieder eine neue ungünstige Epoche, welche sich auf zwei volle Jahrzehnte erstreckte. Obwohl sie zwar ohne nennenswerthen Erfolg geblieben war, so war sie doch nicht ohne ernste Arbeit. Denn sie brachte zahlreiche Arbeiten, von Weisse[17], Clark[18], Diesing[19], Willemoës-Suhm[20] u. A., sowie auch ein umfangreiches, aber an neuen Errungenschaften baares Protozoenwerk von Fromentel[21]. Davon trugen aber eigentlich nur Bütschli's[22] Arbeiten über Polykrikos und Warming's[23] gelegentliche Bemerkungen über die pflanzliche Natur der Peridineen zur Erweiterung unserer Kenntnisse bei.

Mit dem Jahre 1880 brach für die Weiterentwickelung der Peridineen-Forschung eine neue verheissungsvollere Epoche an, indem nun Friedr. von Stein[24] seine glänzenden Untersuchungen über die Peridineen, welche bei ihm mit Rücksicht auf die Zusammensetzung ihres Panzers aus einzelnen Tafeln arthrodele Flagellaten heissen, zu veröffentlichen begann. 1883 gab er seinen grossen Atlas über die Infusionsthiere heraus, ein vorzügliches Tafelwerk, welchem leider nur kurze Bemerkungen beigegeben sind. In der zweiten Hälfte der dritten Abtheilung desselben sind sämmtliche bekannten Formen mit peinlicher Gewissenhaftigkeit und in künstlerischer Ausführung zur Darstellung gekommen. Sein Werth wurde dadurch noch ganz bedeutend erhöht, dass es neben den beiden neuen Gattungen Hemidinium und Gymnodinium eine Fülle bisher unbekannter mariner Formen enthielt. Ausserdem hatte auch Stein den Fortpflanzungserscheinungen seine Aufmerksamkeit zugewandt und durch seine Beobachtungen die Aussicht auf ein damals noch fast ganz unbebautes Forschungsgebiet eröffnet.

An dieses Werk reihte R. S. Bergh[25] 1882 seine im morphologischen Jahrbuch erschienene Abhandlung über den Organismus der Cilioflagellaten. Er legte in dieser Arbeit ein besonderes Gewicht auf die Untersuchung der einzelnen, ihm zugänglichen Arten und versuchte im Anschluss daran die verwandtschaftlichen Beziehungen derselben, sowie der Gattungen untereinander festzustellen.

Gleichzeitig erschien auch Kents[26] Manuel of infusoria, welches aber nicht geeignet war, einen Beitrag zur Kenntniss unserer Gruppe zu liefern, da es fast noch ganz auf den Arbeiten von Ehrenberg, Dujardin und Perty fusste. Ebensowenig vermochten dies auch Maggi[27] und Balbiani[28] mit ihren umfangreichen Werken, welche meistens nur eine Zusammenstellung der bekannten Formen enthielten.

Bei weitem den glücklichsten Wurf unter allen in jener Zeit erschienenen Arbeiten bildete diejenige von Gg. Klebs[29] über die Peridineen des süssen Wassers, welche 1883 in den Abhandlungen des botanischen Institutes zu Tübingen veröffentlicht wurde. Sie enthielt eine ganze Reihe sehr wichtiger Beobachtungen über die Organisation und die Fortpflanzung unserer Gruppe. Besonderes Aufsehen erregte der hier zum ersten Male geführte Nachweis, dass in der Querfurche nicht wie Ehrenberg und alle seine Nachfolger angenommen hatten, ein Wimperkranz, sondern eine zweite Geissel sich vorfindet. Diese interessante Thatsache hat Bütschli[80] später auch noch an einer grossen Reihe mariner Formen bestätigt gefunden und wurde dadurch veranlasst, die ganze Gruppe nicht mehr als Cilioflagellaten, sondern mit Rücksicht auf ihre Furchung als Dinoflagellaten zu bezeichnen. Die Mittheilungen darüber sind in derselben Arbeit enthalten, in welchen er seine umfassenden Studien über den Zellkern der Peridineen niedergelegt hat. Im gleichen Jahre erschienen auch noch die Abhandlungen von Ponchet[81] und Gourret[82], welche in anatomischer und systematischer Hinsicht manches Neue enthielten.

Die nun kommende Zeit brachte meist nur kleinere, aber in vieler Hinsicht bemerkenswerthe Abhandlungen. So veröffentlichte 1884 Klebs[83] in der Botanischen Zeitung einen kleinen Beitrag zur Kenntniss unserer Gruppe, worin er die verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Gruppen des Protozoenreiches festzustellen versuchte. Um dieselbe Zeit lieferte ausserdem H. Blanc[84] eine kleine Abhandlung über die Fortpflanzung des Ceratium hirundinella, worin zum ersten Male die Vermehrungsweise dieser Form, wie denn auch der Ceratien überhaupt als eine Theilung aufgefasst und dargestellt worden ist. Im darauffolgenden Jahre berichtete R. S. Bergh[85] ebenfalls von einer, 1887 auch von Schütt[86] bestätigten Beobachtung über die Theilung von Ceratium Tripos, womit er die Annahme von der Copulation dieser Organismen, zu welcher er sich in seinem früheren Werke hinneigen zu sollen glaubte, verliess. Ausserdem ist noch E. Penard's[87] Abhandlung über Ceratium macroceros Schrank (C. hirundinella O. F. Müller) zu erwähnen, welche 1888 in Genf erschienen ist und zur Bestätigung der Blanc'schen Beobachtungen einen weiteren Beitrag lieferte. Das Jahr 1890 endlich brachte in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft eine sehr werthvolle Abhandlung von F. Schütt[88] über die Peridineenfarbstoffe, in welcher der Nachweis erbracht wurde, dass dieselben nicht wie früher allgemein angenommen wurde, mit dem Farbstoffe der Diatomeen, dem Diatomin, sondern mit demjenigen der Florideen und Phaeophycaceen, dem Phycoerythrin und Phycophaein in verwandschaftlicher Beziehung stehen, womit der Verfasser zugleich auch für die von Leuckart, Warming und Klebs vertretene Ansicht von der pflanzlichen Natur der Peridineen Stellung nimmt.

Zum Schlusse ist noch an dieser Stelle des bei der jüngsten Auflage von Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches von O. Bütschli[89] neu bearbeiteten Protozoenwerkes zu gedenken, welches in der Zeit von 1883—1887 erschienen ist. In meisterhafter Weise ist darin unser gesammtes Wissen über die Peridineen zur Darstellung gebracht.

Die vorliegende Arbeit wurde unter Leitung des Herrn Professor Dr. **Klebs** im botanischen Institut der Universität Basel ausgeführt. Bei ihrer Abfassung waren zwei Gesichtspunkte massgebend. Zunächst fehlte es noch an einer möglichst vollständigen Beschreibung der bekannten Süsswasserformen. Wir besitzen zwar in **Stein's** Atlas über die Infusionsthiere einen Wegweiser für die Bestimmung der einzelnen Formen, allein er erwies sich als unzureichend, da seine Abbildungen nur von einem kurzen erläuternden Texte begleitet sind. Auch das kleinere Werk von **Kirchner** und **Blochmann**[40] konnte mit Rücksicht auf seine populäre Fassung höheren Anforderungen nicht gerecht werden. So ist denn bis heute noch diese Lücke in der Peridineenliteratur durch eine eingehende Beschreibung der einzelnen Arten, welche zugleich auch die von **Bütschli** gegebene Zusammenstellung der Classen und Ordnungen zum Theil in zweckmässiger Weise ergänzen könnte, auszufüllen. Es soll daher in der vorliegenden Arbeit der Versuch gemacht werden, diese Aufgabe an der Hand des in der Umgebung von Basel gebotenen Materiales zu lösen. Fernerhin sollte auch gleichzeitig auf eine möglichst weitgehende Vervollständigung unserer Kenntnisse von den Fortpflanzungsverhältnissen unserer Gruppe, welche sich bisher ja nur aus gelegentlich gemachten Beobachtungen zusammensetzten, systematisch hinausgearbeitet werden, um einen Einblick in dieses, noch in so vielen Stücken dunkele Forschungsgebiet zu erhalten.

An dieser Stelle sei es mir denn auch vergönnt, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. **Klebs** für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Unterstützung, welche er mir bei ihrer Anfertigung angedeihen liess, zugleich aber auch für das rege Interesse, welches er meinen übrigen Studien entgegenbrachte, meinen verbindlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

Litteratur.

1) *O. Fr. Müller*, Historia vermium terrestrium et fluviatilium, Hauniae 1773. — Zoologiae Danicae prodomus, Hauniae 1777. — Animalcula Infusoria fluviatilia et marina. Opus posthumum cura O. Fabrich. Hauniae 1786.

2) *F. von Paula Schrank*, Mikroskopische Wahrnehmungen, Der Naturforscher XXVII. 1793. — Briefe naturhistorischen, physikalischen und oeconomischen Inhaltes an Herrn B. S. Nau. Erlangen 1802. — Fauna Boica III. 2. 1803.

3) *C. L. Nitsch*, Beitrag zur Infusorienkunde, Neue Schriften der Naturf. Gesellschaft zu Halle Bd. III. Heft 1. 1817.

4) *Bory von Vincents*, Encyclopaedie méthodique. Histoire naturelle Zoophytes. 1824.

5) *G. A. Michaelis*, Ueber das Leuchten der Ostsee, nach eignen Beobachtungen. Hamburg 1830.

6) *E. G. Ehrenberg*, Beitr. zur Kenntniss der Infusorien u. ihre geograph. Verbreitung. Abhandl. der Berliner Acad. a. d. J. 1830. — Ueber die Entwickelung u. Lebensdauer der Infusionsthiere, ebendas. 1831. — Dritter Beitrag zur Erkenntniss

grosser Organisation u. s. w., ebendas. 1833. — Das Leuchten des Meeres, ebendas. 1834. — Zusätze zur Erkenntn. grosser organ. Ausbildung in den kleinsten thierischen Organismen, ebendas. 1835. — Mittheilungen über die in den Feuersteinen bei Delitsch vorkommenden mikroscopischen Algen und Bryozoen, ebendas. 1836. — Die neuesten Fortschritte in der Erkenntniss der Infusorien als Felsmassen. Amtlicher Bericht über die Versammlung Deutscher Naturf. und Aerzte in Jena 1836. — Ueber das Massenverhältniss der jetzt lebenden Kieselinfusorien u. s. w. Abhandl. d. Berl. Acad. a. d. J. 1836. — Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Berlin 1838. — Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung, ebendas. 1839. — Beobachtungen von 274 Infusorienarten. Monatsber. der Berl. Acad. 1840. — Ueber neuere Anschauungen des kleinsten nördl. Polarlebens, ebendas. 1853. — Nova genera et novae species maris profundi, ebendas. 1854. — Mikrogeologie, Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig 1854. — Ueber das Leuchten und über neue mikroskopische Leuchtthiere des Mittelmeeres. Monatsber. der Berl. Acad. 1859.

7) *Werneck,* Untersuchungen über mikroskopische Organismen in der Umgebung von Salzburg (mitgetheilt von Ehrenberg), ebendas. 1841.

8) *F. Dujardin,* Histoire naturelle des Zoophytes, Infusoires. Paris 1841.

9) *M. Perty,* Zur Kenntniss kleinster Lebensformen nach Bau, Functionen, Systematik, mit Specialverzeichniss der in der Schweiz beobachteten. Bern 1852.

10) *L. K. Schmarda,* Zur Naturgeschichte Egyptens. Denkschr. d. Wiener Acad. Bd. VII. 1854.

11) *J. W. Bailey,* Note on new spezies and localities of microscopical organisms, Smithsonian contrib. to knowledge Vol. VII. 1855.

12) *G. J. Allman,* Observation on Aphanizomenon Flos-aquae, and a species of Peridiniea. Vol. III. 1855.

13) *H. J. Carter,* Note on the red colouring matter of the Sea round the stores of the islands of Bombay. Ann. of nat. hist. 3. Ser. Vol. I. 1858.

14) *Ed. Claparède u. J. Lachmann,* Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mém. de l'inst. nat. Génevois. Tom. V—VII. 1858—61.

15) *Rud. Leuckart,* Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während des Jahres 1859. Archiv f. Naturgesch. 1861. Bd. II.

17) *J. Fr. Weisse,* Verzeichniss aller von mir in einem 30jährigen Zeitraume zu St. Petersburg beobachteten Infusorien, Bacillarien und Räderthiere. Bull. de la soc. imp. de natur. de Moscou. Année 1863.

18) *H. J. Clark,* Proofs of the animal nature of the Cilioflagellate Infusoria, based upon investigation of the structure and physiology of one of the Peridinia (P. cypripedium). Ann. of nat. hist. 3. Ser. Vol. XVI. 1865.

19) *K. M. Diesing,* Revision der Prothelminthen. Sitzungsber. der k. Acad. zu Wien. Bd. 52. p. 287. 1866.

20) *R. von Willemoës-Suhm,* Biologische Beobachtungen über niedere Meeresthiere. 1) Zur Entwickelung eines Peridinium. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie 1871.

21) *E. de Fromentel,* Études sur les Microzoaires on Infusoires propement dits. Paris 1874.

22) *O. Bütschli,* Einiges über Infusorien. Archiv für microscopische Anatomie. Bd. IX. 1863.

23) *Eug. Warming,* Om nogle ved Danmarks kyster levende Bacterier. Vidensk. Medd. fra naturhist. Foren. in Kjöbenhaven for Aret 1875.

24) *Friedr. von Stein,* Der Organismus der Infusionsthiere. III. Der Organismus der Flagellaten oder Geisselinfusorien. III. Abth. II. Hälfte: Die Naturgeschichte

der arthrodrelen Flagellaten. Einleitung und Erklärung der Abbildungen mit 25 Tafeln. Leipzig 1883.

25) *R. S. Bergh*, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphologisches Jahrbuch VII. Bd. 1882.

26) *S. Kent*, Manuel of infusoria. London 1888—81.

27) *L. Maggi*, Intorno al Ceratium furca Cl. e L. e ad una sua varieta. Bolletino scientifica. Anno I. 1880. — Tassonomia e corologia dei Cilioflagellati. Bollet. scientif. Anno II. 1880. — Intorno ai Cilioflagellati Nota corologica. Rendic. de R. Instit. Lombardo. II. Vol. 13. 1880.

28) *G. Balbiani*, Les protozoaires. Leçons faites au collège de France. XXI. Les cilioflagellés. Journal de micrographie. T. VIII. 1884.

29) *Gg. Klebs*, Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Unters. aus dem bot. Inst. zu Tübingen Bd. I. 1883.

30) *O. Bütschli*, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sogenannten Cilioflagellaten und der Noctiluca. Morpholog. Jahrbuch. Bd. X. 1885.

31) *G. Pouchet*, Contribution à l'histoire des Cilioflagellés. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1883. — Nouvelle contribution à l'histoire des Peridiniens marins. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. T. XXI. 1885.

32) *P. Gourret*, Sur les Peridiniens du golfe de Marseille. Annales du musée d'hist. nat. Marseille. T. I. 1883.

33) *Gg. Klebs*, Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. Bot. Ztg. Jährg. 42. 1884.

34) *H. Blanc*, Note sur le Ceratium Hirundinella. Bullet. soc. vaud. sc. nat. Vol. XX. 1884.

35) *R. S. Bergh*, Ueber den Theilungsvorgang bei den Dinoflagellaten. Zoolog. Jahrb. (Spengel) II. Bd. 1886.

36) *F. Schütt*, Ueber die Sporenbildung mariner Peridineen. Ber. d. Bot. Ges. 1887. V. Nr. 42.

37) *E. Penard*, Recherches sur les Ceratium maroceras avec observations sur les Ceratium cornutum. Genève 1888.

38) *F. Schütt*, Ueber Peridineenfarbstoffe. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. Bd. VIII. Heft I. Nr. 2. 1890.

39) Dr. H. G. Brown's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. I. Bd.: Protozoa. Von Dr. *O. Bütschli*. II. Abth.: Mastigophora. 1883—87.

40) *Kirchner und Blochmann*, Die mikroscopische Pflanzen- und Thierwelt des Süsswassers. II. Th.: Die mikroscopische Thierwelt des Süsswassers, bearbeitet von Dr. *Friedr. Blochmann*. Braunschweig 1886.

Die Organisation der Süsswasser-Peridineen.

Der Körper der Süsswasser-Peridineen besitzt entweder wie bei Hemidinium eine langgestreckte, scheibenförmige oder wie innerhalb der Gattungen Gymnodinium, Glenodinium und Peridinium eine nahezu kugelige, ebenfalls auf der Rücken- und Bauchseite schwach abgeflachte Gestalt. Bei der Gattung Ceratium ist er in längere hornartige Fortsätze ausgezogen. Seine Grössenverhältnisse schwanken bei den meisten Gattungen in enggezogenen Grenzen. Die grössten Formen des Süsswassers enthält die

Gattung Ceratium, denn die Grösse von Ceratium cornutum beläuft sich nach eigenen Messungen auf 110—125 μ und diejenige von Ceratium hirundinella nach Bergh's[1]) Angaben auf 215 μ. Die übrigen Gattungen enthalten grösstentheils Formen von mittlerer Grösse und nur vereinzelte kleinere.

Ein bestimmtes für die ganze Familie bezeichnendes Aussehen empfängt der Körper durch den Besitz zweier deutlich ausgesprochener Furchen, einer quer- und einer längsverlaufenden, welche zur Aufnahme der Bewegungsorgane dienen. Bei Hemidinium nasutum beginnt die eine auf der Mitte der Bauchseite und zieht in rechtsschraubigem Verlauf um die linke Körperhälfte bis zur Mitte der Rückenseite, wo sie verschwindet. Bei den Gattungen Gymnodinium, Glenodinium und Peridinium umläuft sie den Körper vollkommen in kreisförmigem oder schwach rechtsschraubigem Verlauf. Bei den Ceratien läuft sie schier waagrecht und wird auf eine kleine Strecke durch das nackte rhombische Feld unterbrochen. Die andere bleibt vorzugsweise auf die Bauchseite der hinteren Körperhälfte beschränkt. Sie durchquert bei der Gattung Glenodinium und Peridinium in der Regel die Querfurche und tritt selbst noch auf eine kurze Strecke in die Vorderhälfte hinein. Nach unten hin verbreitert und vertieft sie sich, wodurch auf der Scheitelansicht die nierenförmige Gestalt dieser Formen zu Stande kommt.

Die Furchen bedingen den bilateralen, durch mehr oder minder ausgesprochene Neigung zur Asymmetrie ausgezeichneten Bau des Körpers. Er lässt sich daher in eine vordere und hintere, in eine rechte und linke, sowie in eine obere und untere (Rücken- und Bauchseite) Hälfte zerlegen. Diese sind in Folge der verursachten, oft nur unbedeutenden Störungen blos in geringem Maase unsymmetrisch zu einander wie z. B. bei Gymnodinium, Glenodinium und Peridinium wo u. A. die linken und rechten Körperhälften als nahezu symmetrisch gelten können. Auf der anderen Seite aber können sich auch diese Verhältnisse bis zur ausgesprochenen Asymmetrie steigern, wie bei Hemidinium und Ceratium.

In dem geschichtlichen Theile wurde bereits vorübergehend bemerkt, dass Ehrenberg[2]) an der Hand der damals herrschenden Anschauungen zur Annahme einer höheren Differenzirung des Peridineenkörpers gelangt war. Er glaubte nämlich an das Vorhandensein eines hochentwickelten Verdauungstractus und Geschlechtsapparates. Allman[3]) hat zum ersten Male diese Ansicht als irrig erwiesen, indem er den Nachweis erbringen konnte, dass der Organismus dieser Lebewesen niemals den Formwerth einer einzelnen Zelle überschreitet. Derselbe ist entweder vollständig nackt oder durch eine mehr oder weniger starke Wand gegen die Aussenwelt abgeschlossen. Die Gattung Gymnodinium ist als die einzige durch den Mangel einer Zellwand ausgezeichnet. Es gelingt nämlich weder auf plasmolytischem noch auf microchemischen Wege eine Membran nachzuweisen. Auch Hemidinium wurde von Stein[1]) der Besitz einer festen Zellhülle abgesprochen, jedoch eine Umgrenzung des Protoplasmas durch eine dichtere Rindenschicht zugegeben. Es ist denn auch in der That nicht möglich, die Gegenwart einer Zellwand auf plasmolytischem Wege nachzuweisen, weil sie in Folge ihrer dünnen Beschaffenheit den Veränderungen, welche die Körpergestalt durch die Wasserentziehung erfährt, ohne Weiteres folgt. Klebs[2]) konnte ihr Vorhandensein durch eine Reihe von chemischen Reaktionen feststellen. Besonders eignet sich nach meinen Erfahrungen hierzu die Chlorzinkjodlösung weil sie neben einer schwarzblauen Färbung der Hülle noch eine schwache Plasmolyse im Gefolge hat. Diese Reaction sowohl, als auch die geringe Widerstandsfähigkeit der Zellwand gestattet zugleich einen Schluss auf ihren mikrochemischen Bau. Da nämlich ihre Derbheit und Sprödigkeit, wie sich später noch deutlicher zeigen wird, mit ihrer Incrustation durch anorganische Substanzen im Zusammenhang steht, so darf auf diesen Befund hin mit einigem Rechte angenommen werden, dass sie aus nahezu reiner Cellulose besteht. Ueber ihre feinere Structur, welche Klebs[3]) s. Z. beschrieben hat, konnte ich nichts Näheres ermitteln.

---

[1]) R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphologisches Jahrbuch VII. Bd. 1882.

[2]) C. G. Ehrenberg, Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. Berlin 1858.

[3]) G. J. Allman, Observation on Aphanizomenon. 1855.

Die Gattung Glenodinium ist durch den Besitz einer glatten, aber grösstentheils viel derberen Zellwand charakterisirt, welche den Zellenleib rings umschliesst. Bei den neuaufgefundenen Glenodinium cornifax (Taf. IX. Fig. 48) tritt sie als ein äusserst feines Häutchen auf, welches sich wie bei Hemidinium nasutum auch nicht ohne mikrochemische Hilfsmittel nachweisen lässt. Bei Behandlung mit Chlorzinkjodlösung kommt sie durch ihre schwarzblaue Färbung einerseits und die Plasmolyse des Zellleibes andererseits zum Vorschein. Wegen ihrer zarten Beschaffenheit zerreisst sie nicht selten dabei, so dass das Protoplasma aus der entstandenen Oeffnung hervorquillt (Taf. VIII. Fig. 1). Im Vergleich zu dieser Form besitzt das Glenodinium pulvisculus eine etwas derbere Hülle, welche sich mit Chlorzinkjod zwar auch schwarzblau färbt, aber nicht zerreisst. Bei Glenodinium cinctum ist sie immer noch etwas biegsam, sodass sie sich bei der Plasmolyse unter Umständen in Falten legt (Taf. VIII. Fig. 2 u. 3). Bei Glenodinium uliginosum und neglectum endlich erreicht sie einen noch höheren Grad von Derbheit und Widerstandsfähigkeit. Die chemi-

---

1) Fr. v. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. II. Hälfte: Die Naturgeschichte der arthrodrelen Flagellaten. 1883.

2) G. Klebs, Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Abh. d. Tüb. bot. Inst. 1884.

3) Klebs l. c. pag. 348.

schen Reactionen auf Cellulose treten nur noch in ganz unvollständiger Weise ein. Chlorzinkjod ruft bloss eine braune Färbung hervor. Bei der Einäscherung verbleiben noch geringe Mengen anorganischer Substanz als Rückstand. Derselbe ist, wie Bergh[1]) einst gezeigt hat und auch ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann, in schwachen Säuren löslich. Im Anschluss daran hat Bergh angenommen, dass er aus kohlensaurem Kalk bestehe. Was die äussere Beschaffenheit der Zellwand angeht, so wurde schon oben erwähnt, dass sie vollkommen glatt ist. Dies scheint jedoch nicht immer zuzutreffen. Denn Klebs[2]) hat bei Glenodinium cinctum eine Täfelung der Hülle beobachtet. Das Gleiche begegnete mir auch bei Glenodinium uliginosum in einem einzigen Falle. Die Tafeln waren vollständig glatt und durch äusserst schmale Intercalarstreifen miteinander verbunden. Auf seine Beobachtung hin hatte Klebs eine principielle Trennung der beiden Gattungen Glenodinium und Peridinium nicht für möglich gehalten. Da jedoch diese Fälle nur ganz vereinzelt vorkommen, so empfiehlt es sich aus praktischen Gründen, vorerst noch an ihrer bisherigen Unterscheidung festzuhalten.

Während bei den vorigen beiden Gattungen die Wand wie aus einem Stück gearbeitet erschien, zeigen die beiden folgenden Peridinium und Ceratium Wände, welche auf ihrer Oberfläche getäfelt sind. Die einzelnen Tafeln besitzen einen polygonalen Umriss und sind von einem verdickten Rande ringsum eingefasst. Zwischen ihnen beobachtet man dünne und mehr oder weniger schmale Zwischenleisten, mit deren Hilfe sie sich gegenseitig zur Bildung eines festen Panzers zusammenschliessen. Dieselben können in verschiedener Grösse entwickelt sein. Innerhalb der Gattung Peridinium besitzen sie durchweg eine breitere Anlage, sodass sie wie kleinere zwischen die grösseren eingeschobene Tafeln aussehen (Taf. VIII. Fig. 5). Da sich Stein hierhin die Zonen des nachträglichen Wachsthumes der Zellhülle verlegt dachte, so bezeichnete er sie als Intercalarstreifen oder -zonen. Innerhalb der Gattung Ceratium sind sie nur ganz unbedeutend entwickelt. Es gewinnt desshalb den Anschein, als ob hier die die Tafeln umgrenzenden Leisten sich in unmittelbarem gegenseitigem Verbande befänden.

Auf ihrer Oberfläche können die Tafeln entweder vollständig glatt oder aber mit einer feinen Areolirung versehen sein, mit welcher manchmal auch eine Verzierung des Randes durch Flügelleisten Hand in Hand geht (Peridinium bipes Taf. VIII. Fig. 5). Sie wird dadurch hervorgerufen, dass äusserst feine leistenförmige Erhebungen sich zur Umgrenzung fünf- oder sechsseitiger Felder zusammenschliessen. Damit verbindet sich gleichzeitig bei vielen Formen die Bildung höckerförmiger Erhabenheiten an den

---

1) R. S. Bergh l. c. pag. 199 u. 200.

2) Klebs l. c. pag. 350.

Knotenpunkten der Netzleisten. Es wird dadurch das stachelige Aussehen des Randes, welches bei genauerer Einstellung wahrzunehmen ist, bedingt. Stein[1]) hatte bereits bei den Peridinien diese Verhältnisse genauestens studirt und in seine Abbildungen eingezeichnet. Nur bei Peridinium quadridens und Peridinium umbonatum hat er sie nicht angegeben, was Bütschli[2]) zu der Annahme geführt hat, dass er die Areolirung wegen ihrer Feinheit nicht beobachtet habe. Auf Grund meiner genaueren Ermittelungen kann ich die Angaben Stein's nur bestätigen. Denn bei Peridinium quadridens habe ich sie auch nicht gefunden, ebensowenig dürfte sie bei dem neuaufgefundenen Peridinium minimum zu finden sein. Bei Peridinium umbonatum habe ich sowohl glatte als auch areolirte Täfelung angetroffen. Die letztere war aber nur schwach zu erkennen. Auch die Ceratien besitzen areolirte Tafeln, deren Sculptur durch ihre grössere Anlage leichter erkennbar ist, als bei den Angehörigen der vorigen Gattung.

Es liegen uns zur Zeit nur wenige Mittheilungen darüber vor, wie diese Oberflächenbeschaffenheit der Tafeln zu Stande kommen mag. Ich habe daher bei der Beobachtung der noch später ausführlich zu betrachtenden Theilungsvorgänge von Ceratium cornutum die mir gebotene Gelegenheit ergriffen, um einen Einblick in diese Verhältnisse zu gewinnen. Denn es werden hier bei der Ergänzung der durch die Theilung in Wegfall gekommenen Körperhälften die fehlenden Tafeln durch Neubildung ersetzt. Dies erfolgte nun in der Weise, dass sich von der vorhandenen Körperhälfte aus die Theile des Körpers, welche zuerst ihre definitive Gestalt wiedererlangt haben, mit einer zarten Umgrenzung, welche als einfache dunkele Linie anfangs sichtbar wird und unter gleichzeitigem Vorrücken nach dem fortwachsenden Ende hin mehr und mehr an Dicke zunimmt, umgeben. Sie stellt die erste Anlage der Wand dar (Taf. VIII. Fig. 13—15). Auf ihrer Oberfläche zeigt sich noch keine Spur von Areolirung, reagirt aber jetzt schon nicht mehr auf reine Cellulose, wenn sie mit Chlorzinkjodlösung behandelt wird. Sie färbt sich nur schwach braunroth. Wenn sie eine gewisse Dicke erlangt hat, so treten auf einmal die ersten Spuren der Areolirung auf und mit ihrer Vollendung erhält auch das Wachsthum der Zellwand seinen Abschluss. Ein Unterschied zwischen der bereits vorhanden gewesenen und der neugebildeten Zellwandhälfte ist schliesslich nirgends mehr nachweisbar (Taf. VIII. Fig. 4 u. a. m.). Wie sich diese merkwürdige Art von Wandbildung mit unseren modernen Anschauungen über diesen Gegenstand in Einklang bringen lässt, kann ich an dieser Stelle nicht näher untersuchen.

Ueber die Verbindung der Tafeln untereinander wurde schon das Hauptsächlichste auf der vorhergehenden Seite bemerkt. Es wurde u. A.

---

1) Stein l. c.

2) Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Thierreiches. 1. Bd.: Protozoa. 1883—87.

auch darauf hingewiesen, dass die sogenannten Intercalarzonen bei den Ceratien kaum entwickelt sind, während sie bei den Peridinien eine solche Grösse erreichen, dass sie als kleine Zwischentafeln aufgefasst werden können. Sie sind indessen von den anderen Tafeln in manchen Stücken unterschieden. Vor Allem sind sie lange nicht so dick als diese und durch eine senkrecht zu den Randleisten verlaufende Querstreifung, deren Sitz nach Bütschli[1]) auf der nach innen gerichteten Seite sein soll, bei solchen Formen ausgezeichnet, welche areolirte Täfelung besitzen (Taf. VIII. Fig. 5). Bei den anderen sind sie glatt. An den Tafelecken stossen ihrer mehrere unter stumpfen Winkeln zusammen, wodurch an jenen Stellen eine regelmässige, von einem Mittelpunkte ausstrahlende Fugenbildung zu Stande kommt.

Als Gebilde der gleichen Art müssen auch die beiden Furchen gelten. Die Querfurche bildet einen Ring von Zwischentafeln, welcher bei den Peridinien den Körper rings umgiebt, bei den Ceratien aber durch den sog. Bauchausschnitt, ein nacktes Feld von rhombischer Umgrenzung, auf der Bauchseite unterbrochen ist. Sie ist ebenfalls durch eine feine Streifung ihrer einzelnen Elemente ausgezeichnet und wird zu ihrer Verstärkung hie und da von einzelnen Leisten durchsetzt. Durch ihre Wölbung bringt sie eine Hohlkehle zu Stande, innerhalb deren die Quergeissel ihre Schwingungen ausführt. Die Längsfurche stellt eine einheitliche Zwischentafel dar, welche nach oben hin in die Querfurche einmündet, sie sogar durchsetzt und noch ein kleines Stück zwischen die aequatorialen Tafeln der vorderen Körperhälfte hineintritt. Dies gilt namentlich für die Peridinien im vollen Umfange, bei den Ceratien mündet sie nur in die Querfurche und setzt sich nicht bis in die vordere Hälfte des Körpers fort. Durch den Bauchausschnitt ist sie nach der linken Seite hin verschoben (Taf. VIII. Fig. 4). Ungefähr an der Stelle, wo die Quer- und die Längsfurche zusammenstossen, befindet sich eine kleine spaltenförmige Oeffnung. Sie dient zum Austritt der Geisseln, von welchen die eine ihre Schwingungen in der Quer- und die andere in der Längsfurche ausführt. Stein[2]) nannte sie Mundöffnung, eine Bezeichnung, die nicht gerade zweckmässig gewählt ist, weil sie leicht zu Missverständnissen führen kann. Bütschli[3]) nennt sie Geisselspalte.

Ueber den feineren Bau der Intercalarstreifen und ihren Zusammenhang mit den eigentlichen Tafeln hat Bütschli an zwei marinen Formen Gonyaulax polyedra und Peridinium divergens eine Reihe von Untersuchungen angestellt und in seinem neuesten Werke mitgetheilt (vergl. Seite 950). Ebenso wie Stein[2]) nimmt er an, dass jede Tafel nicht von einem leistenförmigen Rande umgrenzt ist, sondern von einem äusserst dünnen Saum, welcher sich ausserhalb desselben ansetzt. Wenn ich seine weiteren Ausführungen richtig aufgefasst habe, so glaubt er, dass in der Nähe des leistenförmigen Tafelrandes der Streifen die grösste Dicke besitzt und sich nach seiner äussersten Grenze hin mehr und mehr zuschärft, weil an dieser Stelle das Wachsthum der Hülle erfolgen soll. Nach Stein würde jetzt durch Uebereinanderlegen der benachbarten Streifenränder der Verband der Tafeln geschehen, was Bütschli aber für unmöglich hält. Er nimmt vielmehr an, dass sich die Ränder nur schwach berühren und auf diese Weise miteinander verschmelzen, wobei sie auf der Innenseite durch ihre Abschrägung einen stumpfen Winkel miteinander bilden. An dieser Stelle soll darum auch bei dem Zerfall der Hülle die Trennung der Tafeln stattfinden, was ich an Peridinium tabulatum theilweise auch bestätigt gefunden habe. Die Erfahrung zeigt aber neben dieser Möglichkeit, auch die Abspaltung der Zwischentafeln längs des verdickten Tafelrandes, was Bütschli auch beobachtet hat und deshalb seine Erklärung nicht für alle Fälle zutreffend hält. Es spalten ja die Furchen, welche nach dieser Auffassung ebenfalls als verschmolzene Randzonen der benachbarten Tafeln anzusehen sind, fast niemals an einer anderen Stelle ab, als am Rande.

---

[1]) Bütschli l. c. 946 u. f.

[2]) Stein l. c.

[3]) Bütschli l. c. pag. 326.

Inwieweit die von Stein begründete und von Bütschli weiter ausgebaute Lehre von dem Zusammenhang der Tafeln auf richtigen Voraussetzungen beruht, kann hier nicht näher erörtert werden. Jedenfalls reichen die uns gewordenen Aufschlüsse nicht hin, die Bildungsgeschichte der Intercalarzonen vollkommen klarzulegen. Es wird bei der ganzen Darstellung vorausgesetzt, dass der Protoplasmakörper die Tafeln bereits als solche, gewissermassen zusammenhangslos ausscheide und dass bei dem ferneren Wachsthum der Hülle die Zwischentafeln gebildet werden, um dem Körper den erforderlichen Raum in der Hülle zu verschaffen. Dieser Auffassung tritt aber die Thatsache gegenüber, dass die Zellwand von Anfang an eine einheitliche Membran ist und nicht etwa ein zusammengesetztes Gebilde. Denn wenn bei der directen Theilung des Zellkörpers die schon mit einer neuen Wand ausgestatteten Sprösslinge aus der Mutterzellwand austreten, aber die Bedingungen für die Erhaltung ihres beweglichen Zustandes nicht vorfinden, so gehen sie ohne Weiteres in den Cystenzustand über. Da sich dann ihre Hülle als vollkommen glatt erweist, so muss angenommen werden, dass die Verdickung, welche die Täfelung hervorbringt, eine nachträgliche Erscheinung ist, indem sie auftritt, sobald der Körper wieder in die Bewegung übergeht. Der Verband unter den Tafeln ist daher nicht als eine später eintretende Verschmelzung aufzufassen, wie dies von Stein und Bütschli geschieht, sondern ist schon durch die einheitliche Beschaffenheit der noch unverdickten Hülle von vornherein gegeben. Dass deren Zerfall stets durch die Spaltung der Zwischentafeln erfolgt, ist eben darauf zurückzuführen, dass die Hülle dort am wenigsten verdickt und daher auch am leichtesten zerstörbar ist.

Was die Anordnung der einzelnen Tafeln bei der Bildung des Panzers betrifft, so ist dieselbe innerhalb der einzelnen Gattungen und Arten sehr verschieden, und gibt dadurch ein werthvolles Mittel für die systematische Betrachtung an die Hand; da ich im speciellen Theile auf diese Verhältnisse noch näher einzugehen habe, so möchte ich jetzt nur einige allgemeine Bemerkungen hier anbringen.

Die vordere Panzerhälfte von Peridinium sowohl als auch von Ceratium besitzt nur eine Tafel, welche vom Scheitel bis zur Querfurche hinabreicht. Sie liegt auf der Bauchseite und ist durch ihre rhombische Gestalt vor allen anderen ausgezeichnet, wesshalb sie auch von Stein die treffliche Bezeichnung Rautenplatte erhielt. Bei den Peridinien befindet sie sich über derjenigen Stelle, wo die Längsfurche nach der Durchsetzung der Querfurche in die vordere Körperhälfte eintritt. Bei den Ceratien liegt sie ebenfalls über der Stelle des Eintritt der Längsfurche in die Querfurche (Taf. VIII Fig. 4). Hier reicht aber die Längsfurche nicht über die Querfurche hinaus. Zu ihren beiden nach den Polen gerichteten Seiten legen sich bei Peridinium drei bis vier, bei Ceratium nur zwei polygonale Tafeln an und bilden je nachdem sie flach und stumpf, oder nach einwärts gebogen und spitz zulaufend sind einen abgerundeten oder hornartig verlängerten Scheitel. Ein solcher von ersterer Art findet sich mit Ausnahme von Peridinium quadridens bei allen Peridinien und einer der letzteren vorzugsweise bei den Ceratien. Stein nennt diese Scheiteltafeln Frontalia, Bütschli bezeichnet sie Apicalplatten. Nach oben an diese angrenzend legen sich auch an die unteren beiden Seiten der Rautenplatte mehrere Tafeln an, welche nach unten hin auf die Querfurche stossen. Davon kommen bei den Peridinien auf jeder Seite zwei bis drei, bei den Ceratien nur eine zu liegen und diese schliessen im Verein mit den Apicalplatten zwei übereinanderliegende nicht selten zu einer einzigen fünf- bis sechsseitigen Platte verschmolzene apicale Tafel und eine grössere, unmittelbar darunter gelegene sechsseitige Tafel auf der Rückseite zwischen sich ein. Stein nannte diese Reihe von Tafeln vordere Basalia, während Bütschli sie als prääquatorial bezeichnet.

Im Vergleich zur vorderen ist die hintere Panzerhälfte viel einfacher aufgebaut. Wenn man von der ventral gelegenen Längsfurche ausgeht, so findet man bei den Peridinien auf jeder Seite zwei Tafeln, welche auf der Rückseite eine grössere fünfseitige Tafel zwischen sich einschliessen. Bei den Ceratien ist es wieder nur eine auf jeder Seite. Nach oben hin grenzen sie alle an die Querfurche, nach unten an die Tafeln des hinteren Körperendes. Stein nennt nun diese Reihe von Tafeln hintere Basalia. Bütschli bezeichnet sie als postäquatorial. Seinen Abschluss erhält das hintere Körperende bei den Peridinien durch zwei, bei den Ceratien nur durch eine einzige vierseitige Tafel, welche nach der Bauchseite hin auf die Längsfurche stossen. Sie heissen bei Stein End-, bei Bütschli

Antapicalplatten. Bei sämmtlichen Angehörigen der Gattung Peridinium ist der Panzer ringsum geschlossen, bei den Ceratien dagegen bleibt ein grosses Feld von rhombischer Umgrenzung (Bauchausschnitt) von jeglicher Täfelung unbedeckt. Dasselbe liegt auf der Bauchseite und erstreckt sich zur einen Hälfte in die vordere, zur anderen in die hintere Panzerhälfte hinein. Es wird nämlich von der Rautenplatte, der linken apicalen, den linken prä- und postäquaorialen, sowie der seitwärts geschobenen Längsfurche ringsum begrenzt (Taf. VIII Fig. 4). Ausserdem verdient auch noch erwähnt zu werden, dass einzelne unter den Tafeln im Stande sind auf ihrer Oberfläche Erhebungen von oft beträchtlicher Grösse zu bilden. Innerhalb der Gattungen Peridinium ist namentlich Peridinium quadridens dadurch ausgezeichnet; auf den beiden hinteren seitlichen Postäquatorialplatten uud auf den beiden Antapicalplatten trägt es je einen Stachel, wesshalb es von Stein seinen sehr bezeichnenden Namen erhalten hat. Grösser angelegte Verhältnisse findet man bei den Ceratien, welche auf ihren rechten — bei Ceratium hirundinella in der Regel auch auf der linken — postäquatorialen, sowie auf der antapicalen Platte förmliche Hörner tragen, welche ihnen ihre auffallende Gestalt verleihen.

Was die chemische Beschaffenheit des Panzers anbelangt, so hat Warming[1]) zum ersten Male die wichtige Thatsache festgestellt, dass er aus Cellulose oder einer ihr nahestehenden Substanz gebildet ist, was bereits vorher Carter[2]) für die Cystenwand ruhender Peridinien bewiesen hatte. Eine Bestätigung ihrer Richtigkeit erfuhr sie durch die späteren Arbeiten von Bergh[3]), Klebs[4]) und Bütschli[5]), welche aber auch zugestehen mussten, dass die bekannten Färbungen auf die Behandlung mit den gebräuchlichen Reagentien hin in nur unzureichender Weise eintreten. Auf Grund meiner eigenen Erfahrungen kann ich dies ebenfalls nur bestätigen. Chlorzinkjodlösung bewirkt beispielsweise bei den Peridinien nur eine rothe, manchmal etwas ins Violette gehende Färbung. Bei den Ceratien ist kaum eine Reaction bemerkbar, wie Klebs an einer marinen Form bereits nachgewiesen hat. Gegen schwächere Mineralsäuren und gegen Kalilauge erweist sie sich ebenfalls sehr widerstandsfähig, wird aber nach Bütschli's Angaben in concentrirter Schwefelsäure gelöst. Bei den Ceratien soll aber nach Bergh's Mittheilungen das beste Lösungsmittel der Cellulose Kupferoxydammoniak ohne Wirkung auf die Hülle bleiben. Auf Grund dieser Erfahrungen nimmt daher Bütschli an, dass die Cellulose der Peridineenhülle keine vollwerthige, sondern irgendwie modificirte sei.

---

1) E. Warming, Om nogle ved Danmarks kyster levende Bacterier. Vidensk Medd. fra naturhist. Foren. in Kjöbenhaven for Aret 1875.

2) H. J. Carter, Note on the red colouring matter of the Sea rount the stores of the islands of Bombay. Ann. of nat. hist. 3. Ser. Vol. I, 1858.

3) Bergh l. c. pag. 200.

4) Klebs l. c.

5) Bütschli l. c. 946 ff.

Die ausserordentliche Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit, welche die Hülle der Peridinien und Ceratien vor derjenigen aller bisher betrachteten Formen auszeichnet, hat schon in verhältnissmässig früher Zeit die Frage nahe gelegt, ob sie nicht von anorganischen Substanzen durchsetzt sei. Schon Ehrenberg[1]) unternahm einen Versuch zu ihrer Lösung. Da er aber bei der Einäscherung der Zellhülle keinen Rückstand beobachtete, hielt er sie für durchaus verbrennlich. Auch Bergh, welcher an Ceratien das Gleiche versuchte, kam zu dem Ergebniss, dass ein Aschenskelett dieser Hülle ganz und gar abgehe, wohl aber eine Einlagerung von geringen Mengen anorganischer Substanz stattfinde. Im Anschluss an die Beobachtungen dieser beiden Forscher hält Bütschli dennoch es für sehr zweifelhaft, dass, wenn auch den jetzigen Formen eine imprägnirte Hülle fehlt, die Formen früherer Erdepochen, deren Hüllen z. B. in der Kreideformation sehr gut erhalten geblieben sind, eine solche nicht besessen haben sollten, da ihre Erhaltung bis auf die heutige Zeit sonst unerklärlich wäre, wenn man nicht eine secundäre Verkieselung derselben in diesem Falle annehmen will. Auch ich habe diese Frage nochmals zum Gegenstande einer Untersuchung gemacht. Zum Object diente mir Peridinium tabulatum, welches mir in grosser Menge in den Teichen des Botanischen Gartens zu Basel zur Verfügung stand. Nachdem ich sie durch Verdunsten eines mehrere Exemplare enthaltenden Tropfens auf dem Deckglas fixirt und mir ihre Lage genau verzeichnet hatte, leitete ich die Einäscherung auf dem Platinblech langsam ein und überzeugte mich hin und wieder von dem Verlauf dieses Processes. Ich konnte dabei deutlich wahrnehmen, wie mit der fortschreitenden Einäscherung zugleich auch ein Schrumpfen der Hülle verbunden war. Als alle organische Substanz weggeführt war, beobachtete ich einen kleinen Aschenrückstand, welcher ganz deutlich, aber in sehr verkleinertem Maassstabe die Täfelung, sowie die Furchung noch erkennen liess. Es geht hieraus hervor, dass die Imprägnirung der Hülle eine wohl sehr gleichmässige, aber dennoch sehr lockere sein muss, weil sie ein so festgefügtes Skelett wie bei den Diatomeen nicht zu Stande bringt. Der Aschenrückstand ist in schwachen Mineralsäuren unter geringer Gasentwicklung löslich, woraus seine Zusammensetzung aus kohlensaurem Kalk hervorgeht. Ob er aber in dieser Form in der Hülle sich vorfindet oder erst durch die Einäscherung aus anderen organischen Kalkverbindungen hervorgegangen ist, dürfte sich kaum entscheiden lassen. Immerhin tragen diese Einlagerungen sehr wesentlich zur Widerstandsfähigkeit der Zellhülle bei und leisten möglicherweise ihrer Fossilisation durch secundäre Silificirung einigen Vorschub.

Ueber das Wachsthum der Zellhülle bei den Peridinien und Ceratien, ist, wie bei den Peridineen überhaupt bis jetzt noch sehr wenig bekannt

---

1) Ehrenberg l. c.

geworden und es mag auch wohl noch eine geraume Zeit darüber hingehen, bis soviel Material gesammelt sein wird, um die hier in Frage stehenden Wachsthumsvorgänge richtig zu durchschauen. Das Dickenwachsthum der Hülle liesse sich ohne grosse Schwierigkeiten auf eine aufeinanderfolgende, schichtenweise Ablagerung von neuen Zellstoffmassen auf die bereits vorhandenen zurückführen. Auf Durchschnitten, welche Bergh von der Hülle des Ceratium Tripos angefertigt hat, war eine deutliche Schichtung, welche auf eine solche Bildungsweise schliessen lässt, erkennbar. Auch das Längenwachsthum konnte ich bei den Theilungserscheinungen von Ceratium cornutum genauer verfolgen. Wie bereits früher schon einmal erwähnt wurde, schreiten die beiden Körperhälften bereits während der Theilung zu ihrer Ergänzung (Taf. VIII. Fig. 11—15). Man kann daher an jenen Stellen, wo die neue Körperhälfte ihr Wachsthum schon wieder beendet hat, ohne besondere Schwierigkeit die Entstehung der neuen Panzerhälfte verfolgen. Besonders einfach gestaltet sich die Beobachtung an den Hörnern, welche die linke postäquatoriale und antapicale Platte tragen. Bei der Plasmolyse mit concentrirter Salpeterlösung zieht sich nämlich das nackte, wachsthumsfähige Ende des Protoplasmakörpers in die bereits gebildeten Theile der Hülle zurück, über welche es ein kleines Stück hervorragte. Man kann nun mit Leichtigkeit beobachten, wie diese in der nächsten Nähe der alten Körperhälfte schon bis zur Bildung der Areolirung fast vorgeschritten ist, während sie in immer weiterer Entfernung davon an Dicke abnimmt, bis sie an dem Horne in ein äusserst fein zugeschärftes Ende ausläuft (Taf. VIII. Fig. 8). An dieser Stelle muss nun offenbar von dem Körper aus eine Anlagerung an die bereits vorhandene Hülle in der Weise stattfinden, dass sie mit dem Vorrücken des wachsthumsfähigen Endes gleichen Schritt hält. Es wäre also auch das Längenwachsthum recht gut in der gleichen Weise zu erklären, wie das Dickenwachsthum. Allein so einfach gestaltet sich dies doch nicht, wenn man dabei auch die Entstehungsgeschichte der feinen Netzleistchen auf der Oberfläche der Tafeln, welche an früherer Stelle bereits besprochen wurde, mit in Rechnung zieht. Die Räthselhaftigkeit der hier stattfindenden Wachsthumsvorgänge erhöht sich noch bei manchen Formen wie z. B. Peridinium bipes und Peridinium quatridens durch die Ausbildung von Flügelleisten, Stacheln u. dergl. Nicht mit Unrecht bemerkt daher Bütschli[1]), dass man fast in Versuch kommen könnte, an die Möglichkeit eines äusseren Wachsthumes zu glauben, indem man sie mit der Porosität der Hülle in Verbindung bringen könnte. Denn die bisher aufgestellten Theorien über das Wachsthum der Zellhülle, weder die Appositions-, noch die Intussusceptionstheorie sind geeignet, eine ausreichende Antwort auf diese Frage zu ertheilen.

---

1) Bütschli l. c. pag. 956.

Der Protoplasmakörper der Süsswasser-Peridineen bildet eine zähflüssige Masse, welche durch eine dichtere Hautschicht gegen ihre Umgebung abgeschlossen ist. Ueber ihre feinere Structur ist nur weniges bekannt geworden. Man will zwar auch hier die anderwärts so häufig schon gefundene netzige Structur angetroffen haben. Von Bergh[1]) wurde eine Scheidung des Protoplasmas in ein Ecto- und Endoplasma angenommen, aber von Bütschli[2]) auf einen durch besondere Umstände hervorgerufenen Irrthum zurückgeführt. Jedenfalls dürfte von den Süsswasserformen eine Aufklärung dieser Verhältnisse kaum zu erwarten sein, weil ihre Undurchsichtigkeit ein tieferes Eindringen in dieselben hindert.

In seinem Inneren schliesst der Protoplasmakörper noch eine Anzahl von verschiedenen Zellbestandtheilen in sich ein. Dahin gehört zunächst der Kern, dessen Structur zuerst von Allman[3]), später aber auch von Bergh[4]), Klebs[5]) und namentlich von Bütschli untersucht worden ist. Bei allen Süsswasserformen ist er bis jetzt nur in der Einzahl beobachtet worden. Seine Lage ist bei den einzelnen Formen verschieden. In der Regel liegt er in der Vorderhälfte, bei einzelnen Formen, wie Peridinium tabulatum und Peridinium cinctum, Ceratium cornutum in der Mitte, bei anderen wieder, wie z. B. bei Peridinium umbonatum in der Hinterhälfte des Körpers. Er ist bei unserer Gruppe in ungewöhnlicher Grösse entwickelt und besitzt in der Regel eine kugelige oder elliptische Gestalt. Nicht selten ist er auch zu Hufeisenform gebogen, was Bütschli (pag. 975) auf seine bandartige Verlängerung und dadurch nothwendige Zusammenkrümmung zurückgeführt hat. Die feinere Structur des Kernes ist besonders in neuester Zeit Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Vor Allem hat Bütschli durch seine verdienstvolle Arbeit nach dieser Richtung hin unseren Kenntnissen eine wesentliche Erweiterung gebracht. Ob der Kern von dem umgebenden Protoplasma durch eine feine Haut abgegrenzt ist, konnte bis jetzt noch nicht mit genügender Sicherheit festgestellt werden. Nur Blanc[6]) behauptet, bei Ceratium hirundinella in allen Fällen eine Kernhaut beobachtet zu haben. Die übrige Masse des Kernes ist, obgleich von nahezu undurchsichtigen Farbstoffkörpern rings umgeben, dennoch ohne besondere Hilfsmittel leicht erkennbar, denn sie fällt durch ihre längsstreifige Zeichnung, welche von Allman zuerst erkannt wurde, sofort in die Augen. Sie besitzt einen fädigen Aufbau. Die Fäden selbst haben eine beträchtliche, aber nicht

---

1) Bergh l. c. pag. 252 u. s. w.

2) Bütschli l. c. pag. 963.

3) Allman l. c.

4) Bergh l. c. pag. 267.

5) Klebs l. c. pag. 352.

6) H. Blanc, Note sur le Ceratium Hirundinella. Bullet. soc. vaud. sc. nat. Vol. XX. 1884.

allerorts gleichmässige Dicke, sondern zeigen in bestimmten Abständen kleinere Anschwellungen, wie **Klebs**[1]) gefunden hat. Nach dessen Erfahrungen zerfallen diese Fäden, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen. Die Anordnung derselben ist, wie **Bütschli**[2]) beobachtet hat, von der Gestalt des Kernes abhängig. Einen meistens parallelen Verlauf sah er bei kugelig und ellipsoidisch geformten, einen unregelmässigen, grösstentheils bei bandförmig ausgezogenen oder sonst irgendwie veränderten Kernen. Es gelang denn auch den Bemühungen **Bütschli's** zwischen den parallelen Fäden sowohl als auch zwischen den unregelmässig verschlungenen eine Verbindung nachzuweisen. Er bemerkte nämlich auf dem optischen Querschnitt der Fäden feine Linien, welche die benachbarten Fäden miteinander verbinden und unter sich wieder durch senkrecht stehende Zwischenstücke in Verbindung waren. Das Ganze solle auf dem optischen Querschnitt den Anblick eines Netzwerkes mit verdickten Knotenpunkten darbieten. Da aber die feinen Linien desselben in Wirklichkeit als Querschnitte von Lamellen aufzufassen sind, so bildet es vielmehr ein unregelmässiges Wabenwerk, dessen Längskanten zu fadenartigen Bildungen verdickt sind. Diese Kernstructur ist darum umso interessanter, weil sie vielleicht in ihrer Art einzig dasteht. Es wäre deshalb sehr werthvoll, die Vorgänge näher kennen zu lernen, welche seine Theilung begleiten.

Ein weiterer Inhaltsbestandtheil des Protoplasmakörpers bilden die Behälter des Zellsaftes, die Vacuolen. In der Naturgeschichte der Peridineen gibt es wohl kaum mehr ein Gebiet, über welches wir im Allgemeinen so wenig unterrichtet sind, als über das vorliegende. Fast alle unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand sind an marinen Formen gewonnen worden, denn wegen ihrer Undurchsichtigkeit eignen sich die Süsswasserformen nicht zu solchen Beobachtungen. Man kann sich wohl durch die Wirkung der Plasmolyse von dem Vorhandensein von Vacuolen indirect überzeugen, hin und wieder gelingt es etwa auch einmal im Körper einen unbestimmt abgegrenzten Raum wahrzunehmen, dessen Inhalt sich in lebhafter Bewegung befindet, allein weiter kommt man mit seinen Beobachtungen an den chromatophorenreichen Formen des Süsswassers nicht. Daraus erklärt sich auch, dass über die Beschaffenheit und die physiologische Leistung dieser Körper die Ansichten der verschiedenen Forscher sehr weit auseinander gehen. Während nämlich **Stein**[3]) und **Bergh**[4]) ihnen eine, wenn auch nur unbedeutende Contractilität zuschreiben, hält sie **Klebs** für gewöhnliche Zellsafträume, wie sie den Algen eigen sind. **Bütschli** stimmt in diesem Punkte nicht mit ihm überein. Er will

---

1) Klebs l. c. pag. 352.
2) Bütschli l. c. pag. 974 u. ff.
3) Stein l. c.
4) Bergh l. c. pag. 253.

zwar nicht in Abrede stellen, dass solche Vacuolen im Peridineenkörper vorkommen, hält aber daran fest, dass sich darunter solche mit contractilen Eigenschaften befinden. Während nun Bergh die physiologische Leistung dieser durch ein Kanälchen mit der Aussenwelt in Verbindung stehenden Zellsafträume in der Aufnahme der Nahrung von aussen her sucht, glaubt Bütschli, dass sie dazu dienen, die Contractilität möglich zu machen. Er nimmt nämlich an, dass unfern von der Geisselspalte zwei contractile Vacuolen liegen. Dieselben flössen zu einer einzigen grösseren zusammen, deren Inhalt sich durch das Kanälchen nach aussen entleeren soll. Zu diesem Zwecke trete dieses immer nur zeitweilig auf, was auch bei anderen Infusorien sehr häufig beobachtet worden sein soll. Jedenfalls bedarf es noch sehr eingehender Studien, um zu entscheiden, welche Ansicht von den bisher geäusserten die richtige ist.

Ein für die Ernährung höchst wichtiger Inhaltsbestandtheil des Peridineenkörpers ist der Farbstoff, welcher bei allen Süsswasserformen mit Ausnahme von zweien, Gymnodinium Vorticella und hyalinum, verbreitet ist. Er ist an bestimmt geformte Inhaltskörper, die Chromatophoren gebunden, welche die Form von kleineren oder grösseren, rundlich oder polygonal geformten Scheiben besitzen. Mit Ausnahme von Gymnodinium aeruginosum und des Glenodinium oculatum tragen sie einen braunen Farbstoff, welcher bei Behandlung mit Alcohol ausgezogen wird und eine grüne, ebensoleicht vergängliche Unterlage hinterlässt. Bergh¹) nahm im Anschluss an diese Beobachtung an, dass beiderlei Farbstoffe, geformtes Chlorophyll und diffuses Diatomin, welche sich im Protoplasma nebeneinander befinden sollen, an dem Zustandekommen der braunen Farbe betheiligt seien, was jedoch Klebs²) als unzutreffend zurückgewiesen hat. Denn aus der gleichen Beobachtung hat er den Schluss gezogen, dass der in Frage stehende Farbstoff kein anderer sei, als derjenige der Diatomeen, das Diatomin, welcher bei Behandlung mit Alcohol das gleiche Verhalten zeigt. Durch die neuesten Untersuchungen von F. Schütt³) in Kiel wurde aber der Nachweis erbracht, dass derselbe auch mit diesem nichts gemein hat, sondern für sich einen Farbstoff, das Pyrrophyll bildet. Es gelang diesem Forscher durch Ausziehen mit Wasser und Alcohol aus diesem drei Körper zu isoliren. Der erste derselben ist in Wasser mit braunrother Farbe löslich und daher sehr leicht mittelst Anrühren des Materiales mit destillirtem Wasser in concentrirter Form zu erhalten. Da er in vieler Hinsicht den ebenfalls in Wasser löslichen Farbstoffen der Florideen und Phaeophycaceen, dem Phycoerythrin und dem Phycophaein ähnlich ist, so stellt ihn Schütt diesem als Phycopyrrin an

---

1) Bergh l. c. pag. 240.

2) Klebs l. c. pap. 352.

3) F. Schütt, Ueber Peridineenfarbstoffe. Ber. d. D. Botan. Ges. 1890. Bd. VIII Heft I. Nr. 2.

die Seite. In spectroscopischer Hinsicht zeigt er eine nahe Verwandtschaft zu dem Chlorophyllfarbstoff, denn er unterscheidet sich von diesem nur durch seine Löslichkeit in Wasser. Das Chlorophyllin ist nämlich in Wasser ganz unlöslich. Durch Kochen der wässerigen Lösung wird er als ein braunrothes Pulver ausgefällt, welches sich in Alcohol mit braunrother Farbe löst und in optischer Hinsicht eine grosse Uebereinstimmung mit dem wässerigen Auszug zeigt.

Durch Kochen der durch kaltes destillirtes Wasser bereits theilweise entfärbten Peridineen wird eine Lösung gewonnen, welche gelbbraun aussieht und sich offenbar auch noch in anderen Beziehungen von dem vorher erhaltenen Extract unterscheidet. Schütt bezeichnet ihn als β-Phycopyrrin zum Unterschied von dem ersterhaltenen, dem α-Phycopyrrin und glaubt, dass der eine ein Umbildungsproduct des anderen oder beide solche eines dritten Farbstoffes sind, weil sie einander in vielen Stücken gleichen.

Der zweite Körper, welchen Schütt durch die Behandlung des mit Wasser bereits ausgezogenen Materiales mittelst Alcohol erhielt, unterscheidet sich von dem zuvor besprochenen durch seine portweinrothe Farbe und seine ganz anderen Löslichkeitsverhältnisse. Er ist nämlich in Wasser gar nicht löslich, dagegen löst er sich sehr leicht in Alcohol. In spectroscopischer Hinsicht ist er von dem Chlorophyllfarbstoff durchaus verschieden. Schütt bezeichnet ihn als Peridinin. Er ist der Ansicht, dass er bei den Peridineen diejenige Stelle vertritt, welche bei den Phanerogamen das Xanthophyll einnimmt.

Der dritte Körper ergibt sich endlich bei der weiteren Behandlung der von Peridinin möglichst befreiten Peridineenmasse. Es ist schwierig, ihn rein zu erhalten, weil den durch kalten Alcohol gewonnenen Auszügen grössere oder geringere Mengen von Peridinin noch beigemischt zu sein pflegen. Mit zunehmender Reinheit der Lösung, welche durch wiederholtes Ausziehen des Materiales erreicht werden kann, tritt sein Chlorophyllcharacter in optischer Hinsicht namentlich immer deutlicher hervor. Schütt nennt ihn daher Peridineen-Alcohol-Chlorophyll oder Peridineen-Chlorophyllin. Durch fractionirte Spectralanalyse gelang es ihm trotz der störenden Beimischung von Peridinin die Eigenschaften desselben festzustellen, welche sich mit denen des Chlorophylles nahezu decken.

Mit dieser Arbeit ist zugleich der wichtige Nachweis erbracht worden, dass der Farbstoff der Peridineen unter die Chromophylle gehört. Seine Träger sind daher als Chromatophoren im wahrsten Sinne des Wortes aufzufassen.

In seiner Nüancirung tritt der braune Farbstoff sehr wechselnd auf, so dass er in systematischer Beziehung als Merkmal für einzelne Arten kaum verwerthbar ist. Es werden alle Stufen vom hellen Gelb bis zum tiefen Graubraun durchlaufen.

Die blaugrüne Farbe, deren Vorkommen als eine normale Eigenschaft des Peridineenkörpers von Klebs[1]) bisher in Zweifel gezogen wurde, ist von mir nur bei der von Stein aufgefundenen Art Gymnodinium aeruginosum mit voller Sicherheit beobachtet worden. Auch das Stein'sche Glenodinium oculatum, welches mir, wie ich glaube, auch verschiedene Male begegnet ist, besitzt eine hell gelbgrüne Farbe. Sie ist ebenso, wie der braune Farbstoff, an bestimmt geformte Farbstoffkörper gebunden, welche aber hier kleiner ausgebildet sind als dort. Der mit Alcohol sehr leicht ausziehbare Farbstoff ist spahngrün und besitzt grosse Aehnlichkeit mit demjenigen der Phycochromaceen. Ueber seine chemischen und optischen Eigenschaften ist bis jetzt noch nichts Näheres bekannt. Bütschli bezweifelt es, ob es sich hier um reines Chlorophyll handele, und ist zu der Annahme geneigt, dass Chlorophyll und Diatomin in wechselnden Verhältnissen die eigenthümliche Färbung dieser wenigen Formen hervorrufen.

Die Lage der Chromatophoren ist grösstentheils unmittelbar unter der Oberfläche des Plasmakörpers. Dies trifft namentlich auf die Süsswasserformen bis auf nur ganz wenige Ausnahmen zu. Unter diese gehört das Gymnodinium aeruginosum und das neuaufgefundene Gymnodinium carinatum, welche zwischen der Hautschicht ihres Protoplasmas und ihrer Chromatophorenlage einen ziemlich bedeutenden Abstand zeigen. Dieser Umstand veranlasste wohl auch Bergh[2]) bei den Peridineen eine Sonderung des Protoplasmas in ein Ecto- und Endoplasma anzunehmen. Wie Stein bereits festgestellt hat, können auch besondere Verhältnisse im Lebensgange der Organismen einen Einfluss auf die Lage der Chromatophoren ausüben. In der Regel zieht ihr Uebergang aus dem beweglichen in den ruhenden Zustand eine Veränderung in ihrer Lage nach sich.

Dass der Farbstoff sich bei vielen Formen zu gewissen Zeiten sogar fast vollkommen verlieren kann, ist eine, besonders im Hochsommer unter den gleichen Umständen hervorgerufene Erscheinung, über deren Wesen uns bis jetzt noch jegliche Anhaltspunkte fehlen.

Die physiologische Aufgabe der Chromatophoren liegt in der Ernährung, welche sie durch die Kohlensäure-Assimilation unter dem wirksamen Einflusse des Sonnenlichtes bewirken. Ihre Erfüllung wird dadurch sehr wesentlich gefördert, dass die Organismen sich infolge ihres positiven Heliotropismus nach dem am meisten beleuchteten Stellen des Wassers hinbewegen und dort in grosser Menge ansammeln. Das Erzeugniss dieser Ernährungsthätigkeit ist die Stärke, welche in Form von einzelnen Körnchen durch die Chromatophoren gebildet und im Protoplasma daher innerhalb des Chromatophorenbeleges abgelagert wird. Sie ist mit Chloraljod namentlich sehr leicht nachweisbar, da dieses neben der Blaufärbung auch

---

1) Klebs l. c. pag. 352.

2) Bergh l. c. pag. 267.

gleichzeitig eine Verquellung und Aufhellung des übrigen Zellinhaltes herbeiführt. Nicht selten liegen auch bei nicht sehr chromatophorenreichen Formen die Stärkekörner offen zu Tage. Auf diese Weise konnte ich sie sehr bequem bei Hemidinium nasutum beobachten. Sie können eine beträchtliche Grösse erreichen und zeigen eine deutliche Schichtung um einen central gelegenen Kern. Bei Ceratium konnte Bergh[1]) dieselbe Beobachtung machen, Bütschli[2]) ist dies nicht gelungen.

Ausserdem befindet sich im Inneren des Protoplasmas noch Fett in beträchtlichen Mengen aufgespeichert. In der Regel tritt es in Form oelartiger Tropfen von gelber, brauner oder hochrother Farbe auf. Nach den Erfahrungen Klebs[3]) lösen sich die gelben in Alcohol nicht auf, wohl aber die rothen. Da er in einem und demselben Tropfen beide Farben nebeneinander angetroffen hat, so zog er daraus den Schluss, dass die rothen aus den gelben hervorgehen. Ueber die Natur dieser beiden Farben ist bis jetzt noch nichts näheres bekannt. Was die rothe anbelangt, so hat sich Bütschli dahin ausgesprochen, dass sie von einem auch bei den übrigen Flagellaten verbreiteten Farbstoffe, dem Hämatochrom herrühre, was indessen noch sehr zweifelhaft ist. Die Verbreitung des Fettes ist eine allgemeine. Nicht nur die gefärbten, sondern auch die farblosen Formen sollen, wie Bütschli berichtet, desselben nicht entbehren. Eine besonders reichliche Bildung von Oel findet dann namentlich statt, wenn der Organismus in das Stadium der Ruhe übergeht. Es sammelt sich alsdann manchmal alles vorhandene Oel zu einem einzigen, grossen zinnoberrothen Tropfen in der Mitte der Zelle an, was ich hauptsächlich bei solchen Formen angetroffen habe, bei welchen eine völlige Entfärbung der Chromatophoren eingetreten war. Welche Rolle das Oel im Stoffwechsel des Peridineenkörpers spielt, ist bis jetzt noch nicht bekannt. Das zunächst liegende ist wohl, es als ein Reservestoff aufzufassen.

Ein in vieler Hinsicht noch sehr räthselhafter Bestandtheil des Peridineenkörpers sind die Augenflecke (Stigmen). Ehrenberg hat die hier in Rede stehenden Gebilde zum ersten Male als Augenflecke aufgefasst und einige Forscher sind darin auch seinem Beispiele gefolgt. Perty[4]), Claparède und Lachmann[5]) hegten Zweifel an der Richtigkeit dieser Auffassung, weil sie bei ein und derselben Art ein ungleichmässiges Vorkommen

---

1) Bergh l. c. pag. 202.

2) Bütschli l. c. pag. 968.

3) Klebs l. c. pag. 353.

4) Ehrenberg l. c.

5) Perty, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen. Bern 1841.

6) Claparède und Lachmann, Études sur Infusoires et les Rhizopodes. Genf 1858—61.

dieser Gebilde beobachtet haben wollten. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass sie die mit Augenflecken versehenen Formen von denen, welche solche nicht besitzen, nicht zu unterscheiden vermochten. Bergh[1]) hat diesem Gegenstand seine Aufmerksamkeit nicht zugewendet. Klebs[2]) zweifelte daran, dass diese Augenflecke mit denjenigen, welche bei anderen Flagellaten zu beobachten sind, eine Gemeinschaft haben. Dem gegenüber gelang es Bütschli[3]), an dem Augenfleck von Glenodinium cinctum den Nachweis zu führen, dass dieser sich mit jenen in voller Uebereinstimmung befindet.

Die Verbreitung dieser Gebilde, welche bis jetzt nur mit geringen Ausnahmen bei Süsswasserformen angetroffen worden sind, erstreckt sich blos auf die Gattungen Gymnodinium und Glenodinium, innerhalb deren auch wieder nur einzelne Arten durch den Besitz derselben ausgezeichnet sind. Dahin gehören innerhalb der Gattung Gymnodinium das Stein'sche Gymnodinium Vorticella und die von mir neu aufgefundenen Formen Gymnodinium hyalinum, carinatum und pusillum, und innerhalb der Gattung Glenodinium sämmtliche bekannten Formen mit Ausnahme von Glenodinium uliginosum und Glenodinium pulvisculus. Innerhalb der Gattungen Hemidinium, Peridinium und Ceratium sind keine Formen mit Augenflecken bis jetzt bekannt geworden. Wenn daher dennoch Kirchner und Blochmann[4]) in ihrem von Bütschli bevorworteten Werke: die Süsswasserbewohner von dem Vorkommen eines Augenfleckes bei Peridinium tabulatum u. A. sprechen, so beruht dies offenbar auf einem Irrthum, welcher durch eine Verwechselung mit Oelflecken vielleicht veranlasst worden sein mag.

Der Augenfleck ist bis jetzt im Peridineenkörper nur in der Einzahl aufgefunden worden. Er besitzt die Form einer polygonalen (Glenodinium neglectum) oder hufeisenförmigen (Glenodinium cinctum) Scheibe und findet sich ohne Ausnahme in der Längsfurche unmittelbar unter der Oberfläche des Körpers[5]). Er besteht aus einer protoplasmatischen Grundlage und dem rothen Farbstoff. Die erstere dürfte ebenso wie bei den Augenflecken anderer Flagellaten ein feines Netzwerk bilden, in welches der letztere in Form von feinen Körnchen und Kügelchen eingelagert ist. Dieser ist lebhaft roth und stimmt mit der Farbe der Oelkugeln so sehr überein, dass dadurch Irrthümer der bereits oben verzeichneten Art veranlasst werden konnten. Er ist in Alcohol löslich, jedoch wiedersteht er seiner Einwirkung länger als das Phycopyrrin. Nach den Erfahrungen Klebs'[1]) wird er durch Essigsäure, Kali und Ammoniak nicht verändert, was ich für das letztere Mittel aus eigener Beobachtung bestätigen kann. Mit Jodjodkalium wird er ebenso, wie seine Umgebung schwärzlich gefärbt, aber immerhin so, dass er seinen Umrissen nach deutlich erkennbar bleibt. Bei ihren umfangreichen Untersuchungen über die Augenflecke anderer Flagellaten haben verschiedene Forscher die erforderlichen Erfahrungen für die Beobachtung derselben gesammelt, welche zwar in ihrem vollen Umfange noch gar nicht für den vorliegenden Fall verwerthet worden sind. So soll nach den übereinstimmenden Berichten von Cohn, Perty und Klebs Eisenchlorid, nach denjenigen von Klebs und Bütschli auch die Schwefelsäure die gleiche Wirkung wie Jod zur Folge haben. Ausserdem hat Klebs mit Salpetersäure eine himmelblaue Färbung des Augenfleckes erhalten. Schon aus dem Verhalten desjenigen von Glenodinium cinctum bei Einwirkung von Jod und Schwefelsäure hat Bütschli entnehmen können, dass dessen Farbstoff mit demjenigen der Stigmen anderer Flagellaten, dem Haematochrom, in jeder Beziehung übereinstimmt. Ueber das Verhalten dieser Gebilde bei der Fortpflanzung ist bis jetzt noch nichts bekannt. Nur soviel konnte ich doch wenigstens feststellen, dass seine Vermehrung, ob sie nun durch Theilung oder durch Neubildung geschehen mag, eine der ersten Erscheinungen ist, welche diesen Vorgang begleiten. Sie fällt ungefähr in die gleiche Zeit wie der Eintritt der Kerntheilung.

---

[1]) Bergh l. c.

[2]) Klebs l. c.

[3]) Bütschli l. c. pag. 969.

[4]) Kirchner und Blochmann, Die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt des Süsswassers. II. Th. 1886.

[5]) Ein eigenthümliches Gebilde dieser Art hat Pouchet (Nouvelle Contribution à l'histoire des Peridiniens marins. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. T. XXI. 1885.) von einer marinen Form Gymnodinium Polyphemos beschrieben und abgebildet. Er fand es aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt, welche er mit denen des Auges zu identificiren versucht hat. Die Grundlage bildet eine Anhäufung von schwarzem Pigment (Choroïdea), welches im Innern des Körpers liegen soll. Auf ihr erhebt sich auf einem Stiele ein durchsichtiger Körper (Linse mit Cornea) von der Gestalt einer Kugel, welcher nach dem vorderen Pole hin gerichtet ist.

Zum Schlusse sind auch noch die schon mehrfach erwähnten Bewegungsorgane als Bestandtheile des Körpers hier anzureihen. Wie bereits in der geschichtlichen Einleitung bemerkt wurde, gehört ihre genauere Erforschung der neuesten Zeit an. Bekanntlich hat Klebs 1883 den bedeutungsvollen Nachweis geführt, dass in der Querfurche nicht, wie Ehrenberg annahm, sich ein Kranz von Wimpern, sondern auch eine solche Geissel vorfindet, wie sie in der Längsfurche schon seit O. F. Müller's grundlegenden Arbeiten bekannt war.

Die Insertion dieser Organe erfolgt bei allen Süsswasserformen an derselben Stelle, wo die Längsfurche in die Querfurche einmündet. Bei den mit einer festen Hülle versehenen Formen treten sie durch eine spaltenförmige Oeffnung, die Geisselspalte, aus der Umhüllung heraus.

---

[1]) Klebs l. c.

Die eine derselben, die Längsfurchengeissel, ist ein äusserst feiner Faden, der je nach der Grösse und dem Bau des Körpers ein kleineres oder grösseres Stück über das Ende der Längsfurche hinausragt. Bei den meisten Süsswasserformen überschreitet sie die Länge des Körpers oft noch um ein beträchtliches. Ueber die Form der Bewegung sind die Ansichten unter den einzelnen Forschern noch sehr getheilt. Bütschli[1]) und Joseph[2]) nehmen an, dass sie bei den freischwimmenden Formen im gestreckten Zustande getragen werden, welcher ihr immerhin noch kleine Bewegungen gestatte. Bei dem Ceratium cornutum habe ich ebenso, wie andere Beobachter an anderen Ceratien gesehen haben, an ihr wellenförmig nach dem Ende fortschreitende Bewegungen beobachtet. Aus ähnlichen Beobachtungen haben Klebs[3]) und Pouchet[4]) den wichtigen Schluss gezogen, dass der am Körper befestigte Theil der Geissel, soweit er die Längsfurche einnimmt, in Ruhe bleiben, der freie hingegen um Pouchet's Vergleich hier ebenfalls zu gebrauchen, die Bewegungen eines schwingenden Eisenstabes ausführen solle, während Bütschli neben solchen auch das Vorkommen von peitschenförmigen Bewegungen für zweifellos hält. Nach Gourret[5]) soll sie einen Kegelmantel beschreiben, was Penard[6]) ebenfalls acceptirt hat. Ausser ihrer Bewegungsfähigkeit besitzt sie auch noch ein Vermögen, sich sehr stark zusammenzuziehen. Dies war schon früheren Forschern hinlänglich bekannt, denn Claparède und Lachmann hatten an den Ceratien die Beobachtung gemacht, dass sie im Stande ist, sich unter Umständen in die Geisselspalte zurückzuziehen, was Bergh[7]), Pouchet und Klebs in vollem Umfange bestätigen konnten.

Ueber die Wirkungsweise der Längsfurchengeissel herrscht ebenfalls noch keine Uebereinstimmung unter den verschiedenen Autoren. Bütschli glaubt aus der Beobachtung, dass er sie bei lebhafter Bewegung des Körpers häufig in Ruhe gefunden habe, auf die Thatsache schliessen zu sollen, dass sie bei dem Zustandekommen derselben nicht thätig betheiligt sei, während Bergh ihr ebenfalls einen geringen Antheil daran zuzuschreiben scheint. Wäre letzteres der Fall, so würde ich mich hierin entschieden ihm anschliessen. Denn ich habe gefunden, dass ein Exemplar von Ceratium cornutum, welches unter dem Druck des Deckglases an seiner rotirenden Bewegung gehindert war, durch die schwingenden Bewegungen sowohl

---

1) Bütschli, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten. Morphol. Jahrb. X. Bd. 1885.

2) Joseph, Ueber Grotteninfusorien. Zoolog. Anz. 1879.

3) Klebs l. c. pag. 351.

4) Pouchet, Contribution à l'histoire des Cilioflagellés. 1883.

5) Gourret, Sur les Peridiniens du golfe de Marseille. Annales du Musée d'hist. nat. de Marseille. 1883.

6) Penard, Recherches sur le Ceratium macroceros etc. Genève 1888.

7) Bergh l. c.

als auch durch eine heftige Contraction der Längsfurchengeissel sich vom Platze bewegte. Im Gegensatz zu Bütschli, welcher ihr nur die Rolle eines Steuers zuweisen will, nehme ich deshalb an, dass sie die beiden Verrichtungen, welche sowohl das Ruder als auch das Steuer an einem Schiffe versieht, auf sich vereinigt, indem der proximale Theil durch seine Stellung dem Körper die Richtung geben, der terminale die Querfurchengeissel bei der Vorwärtsbewegung desselben unterstützen kann.

Die Querfurchengeissel ist im Vergleich zu der soeben besprochenen etwas anders beschaffen. Sie ist nämlich kein einfacher Faden, sondern wie zuerst Klebs und Bütschli bei Ceratien feststellen konnten, ein langes, äusserst schmales Band, welches sich bei der Behandlung mit Chlorzinkjod fixiren und färben lässt. Das Geleise für ihre Bewegungen bildet die Querfurche. Von ihrer Ansatzstelle aus, bezw. nach ihrem Austritt aus der Geisselspalte legt sie sich zunächst um die linke Seite herum, setzt sich alsdann über den Rücken hin fort und umzieht zuletzt auch noch die rechte Seite des Körpers, wo sie offenbar unfern ihrer Ursprungsstelle ihr Ende erreicht. Ueber die Art ihrer Bewegung herrscht bei den verschiedenen Beobachtern nur eine geringe Meinungsverschiedenheit. Jedenfalls besteht sie in einer Wellenbewegung, welche, wie Bergh bereits angegeben hat, von ihrem Ursprunge aus über die ganze Geissel gleichmässig oder wie Klebs meint, in abwechselnd schnelleren oder langsameren Zügen nach dem freien Ende hin fortschreitet, welches infolge dessen peitschenartig hin- und hergeschleudert wird, wie ich das bei Hemidinium nasutum mehrfach beobachten konnte. Ob dabei auch Ruhezustände über die ganze Geissel oder nur auf bestimmte Strecken derselben eintreten können, steht bis jetzt noch nicht fest, ist aber nach Klebs' und Pouchet's Wahrnehmungen sehr wahrscheinlich. Im lebenden Zustande scheint die Geissel nur unter besonderen Umständen, wie z. B. bei sehr energischen Contractionen über die Ränder der Querfurche hervorzutreten. Wenn aber durch raschwirkende Reagentien, wie z. B. Chlorzinkjodlösung ein plötzliches Absterben des Organismus herbeigeführt wird, tritt sie in ihrer ganzen Länge aus ihrem Geleise heraus. Bütschli führt diese Erscheinung, welche Klebs zu seiner bedeutungsvollen Entdeckung geführt hat, auf die letzte, im Augenblicke des Todes noch erfolgte Contraction der Geissel zurück. Sie ist in solchem Zustande sehr vergänglich. Unter Bildung knotenförmiger Anschwellungen verquillt sie nämlich in kürzester Zeit ganz und gar.

Auf der Gesammtwirkung, welche die Bewegungsorgane durch ihre gemeinsame, aber verschiedenartige Mitwirkung hervorbringen, beruht die grosse Bewegungsfähigkeit des Körpers. Die zustandekommende Form der Bewegung ist entweder eine gleichmässige, nur durch Hindernisse stellenweise aufgehaltene oder eine ganz unregelmässige. Die meisten Formen des Süsswassers zeichnen sich durch die erstere Art aus. Dieselbe mag nun vorwiegend in geraden und nur bei Wendungen gebogenen Linien verlaufen, wie es bei Peridinium tabulatum, P. cinctum und P. bipes, Glenodinium cinctum oder G. uliginosum, Gymnodinium fuscum, G. palustre und G. aeroginosum, Hemidinium nasutum der Fall ist, oder einen zickzackförmigen Verlauf nehmen, wie bei Peridinium minimum. Vorwiegend kreisend bewegt sich das Peridinium umbonatum. Durch die entsprechende Wirkungsweise der Querfurchengeissel, welche hier die gleiche Rolle, wie das Ruder an einem Schiffe vertritt, wird entweder eine Vor- oder Rückwärtsbewegung des Körpers, welche im einen Falle von einer rechts-, im andern von einer linksläufigen, nur zeitweise unterbrochenen Rotation begleitet ist, hervorgerufen. Wie bereits hervorgehoben wurde, spricht Bütschli der Längsfurchengeissel keine Mitwirkung an der Vor- und Rückwärtsbewegung zu, und glaubt im Anschluss an seine theoretischen Betrachtungen an den Flagellaten, dass sie allein im Stande sei, den Körper vom Platze zu bringen. Es mag dies wohl auch für solche Formen richtig stehen, deren Querfurchengeissel eine solche Lage hat, dass ihr Verlauf einem Schraubengang von beträchtlicher Steighöhe entspricht, wie es bei Hemidinium nasutum und bei den Gymnodinien namentlich der Fall ist, nicht aber für die Ceratien z. B., wo sie schier waagrecht in der Querfurche liegt.

Ueber die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Organismen von der Stelle bewegen, habe ich einige Messungen anzustellen versucht. Für Peridinium tabulatum beträgt die in einer Secunde durchmessene Strecke 0,45 μ, für Ceratium cornutum etwa 2,5 μ. Wie es scheint, hängt sie von der Grösse des Körpers ab.

Die Fortpflanzungserscheinungen.

In der Naturgeschichte der Peridineen umfasst die Fortpflanzung dasjenige Gebiet, welches bis zur Stunde noch am allerwenigsten durchgearbeitet ist, setzt sich ja unser Wissen über diesen Gegenstand lediglich aus Beobachtungen zusammen, welche von den verschiedensten Forschern blos vereinzelt und ganz gelegentlich gemacht wurden. Bütschli konnte sich daher bei der Abfassung seines vortrefflichen Werkes nur auf eine lose Zusammenstellung der so gewonnenen Kenntnisse beschränken und der Hoffnung Ausdruck geben, dass von der nächsten Zukunft eine einheitliche Durcharbeitung dieses interessanten Gebietes zu erwarten sein möge. Die philosophische Facultät der Universität Basel hat hierzu die nächste Anregung in einer Preisfrage gegeben, in welcher auf Vorschlag des Herrn Professor Dr. Klebs eine Beschreibung der in der Umgebung von Basel vorkommenden Arten gefordert wurde, bei welcher namentlich die Fortpflanzungserscheinungen einer besonderen Berücksichtigung empfohlen wurden. Sie wurde denn auch der Anlass zur Abfassung dieser Arbeit. Der Verfasser hat nämlich auf Anregung seines Lehrers die Bearbeitung dieser Preisfrage aufgenommen, um ihre Lösung, soweit es unter den gebotenen Verhältnissen möglich war, zu versuchen. Es mögen die dabei gewonnenen Ergebnisse der im Interesse der vorliegenden Arbeit noch bedeutend erweiterten Studien hier Platz finden. Sie können vielleicht einen Beitrag zur Erweiterung unserer Kenntnisse von den Fortpflanzungserscheinungen der Peridineen bilden.

Von allen bisher von den verschiedensten Forschern geschilderten Vermehrungsweisen ist nur eine einzige, nämlich diejenige durch Theilung (Zweitheilung) mit aller Sicherheit wieder aufgefunden worden. Alle übrigen Berichte über beobachtete Copulations- und Conjugationsvorgänge bedürfen noch ihrer Bestätigung auch von anderer Seite.

Die Theilung kann entweder im Zustande freier Beweglichkeit oder in demjenigen der Ruhe vor sich gehen, sei es, dass derselbe ein nur vorübergehender oder länger anhaltender ist.

Die Theilung im beweglichen Zustande.

Diese Art von Fortpflanzung ist bis jetzt nur ganz vereinzelt bei den Peridineen beobachtet worden. Unter den Süsswasserformen ist sie nur in zwei Gattungen, nämlich Hemidinium und Ceratium bekannt. Bei diesem konnte sie mit aller Sicherheit festgestellt werden, während es bei jenem noch dahinsteht, ob die beobachtete Erscheinung unbedingt hierher gehört oder unter die Fälle von unvollständiger Theilung bei vorzeitigem Uebertreten in den beweglichen Zustand verwiesen werden muss. So lange indessen eine Entscheidung in dieser Frage noch nicht herbeigeführt ist, erscheint es am zweckmässigsten, den in Rede stehenden Fall in der Kategorie vorerst zu belassen, wohin er s. Z. von Stein[1]) verbracht wurde. Dieser hat ihn nämlich bei seinem neuaufgefundenen Hemidinium nasutum zum ersten Male beobachtet. Er glaubte, dass die Theilung des Körpers in der Richtung seiner Querachse erfolge, wobei die neuentstehenden Theilsprösslinge so orientirt würden, dass schliesslich das vordere Körperende des einen sich von dem hinteren des anderen lostrennt. Auf Grund meiner ersten Wahrnehmungen glaubte ich schon, Zweifel in die Richtigkeit der Stein'schen Angaben setzen zu müssen und habe dies desshalb in meiner früheren Arbeit bereits unumwunden ausgesprochen. Denn es war mir damals ein Theilungsstadium begegnet, wobei die beiden Theilsprösslinge noch in schwacher seitlicher Verbindung mit einander waren. Bei ihrer raschen Bewegung gelang es mir nicht, zu einer sicheren Entscheidung in dieser Frage zu gelangen. Erst spätere Beobachtungen ermöglichten mir dies in einwurfsfreier Weise. Bei einem mir vorgelegenen

---

1) Stein l. c.

Stadium war die Theilung des Mutterorganismus schon soweit eingeleitet, dass er bei einer Länge von 39 μ (0,039 mm) zu einer Breite von 23 μ (0,023 mm) ausgewachsen war. Von den beiden Theilsprösslingen hatte bereits ein jeder seine eigene Form erlangt. Der nach links gewandte war mit seiner Bauchseite nach hinten, der rechte nach vorn gekehrt (Taf. VIII. Fig. 6). Von dem hinteren Körperende aus begannen sie sich schon in der Richtung der Längsachse, deren Verlauf durch eine seichte Rinne bis in die Gegend des Geisselansatzes angedeutet war, auf ein kleines Stück von einander zu trennen. An einem späteren Theilungsstadium konnte man einen Fortschritt der Theilung bis über die Gegend der Geisselinsertion hinaus feststellen (Taf. VIII. Fig. 7). Die beiden Theilsprösslinge hatten dabei ihre Lage so verändert, dass ihre Längsachsen einen rechten Winkel mit einander bildeten. Ich glaube, dass bei weiterem Fortschreiten der Theilung ein Zustand herbeigeführt werden mag, welcher Stein vielleicht veranlasst haben könnte, in diesem Falle Quertheilung anzunehmen. Dies ist jedoch nicht wahrscheinlich, denn ich könnte mir nicht denken, dass ein so vorzüglicher Beobachter, wie Fr. v. Stein die Lage der Theilsprösslinge zu einander hätte übersehen können. Duch meine Erwägungen werde ich vielmehr dazu geführt, die von ihm beobachteten Theilungsstadien mit einem anderen später eingehend zu erörternden Theilungsmodus in Verbindung zu bringen.

Die andere Gattung, bei welcher die Theilung im beweglichen Zustande mit vollster Sicherheit festgestellt werden konnte, ist Ceratium mit seinen im Süsswasser vorkommenden Arten Ceratium cornutum und Ceratium hirundinella. Es muss eigentlich höchst sonderbar erscheinen, dass der hier in Rede stehende Vorgang erst in so verhältnissmässig später Zeit bekannt geworden ist, obschon die hierhergehörigen Formen am längsten aufgefunden sind. Die ersten Mittheilungen darüber verdanken wir Bergh[1], welcher bei Ceratium cornutum einen Fall von Theilung beobachtete, aber unrichtig gedeutet hat. Er schreibt darüber Folgendes:

»Sehr oft traf ich zwei Individuen, die aneinander wie verklebt schienen, in der Weise, als hielte ein Individuum zwischen seinen zwei hinteren (nackten) Hörnern, die linke (ebenfalls nackte) Seite eines anderen, das den entgegengesetzten Theil der Membran abgeworfen hatte«. Er liess es nun unentschieden, ob er hier einen Fall von Theilung oder von Copulation vor sich hatte, neigte sich aber eher der letzteren Auffassung zu. Man kann sich beim Lesen dieses Berichtes nicht genug darüber wundern, dass Bergh einen allerdings von der Regel abweichenden, aber dennoch so leicht verständlichen Vorgang in solcher Weise deuten konnte. Er hatte ja auch Individuen gefunden, welchen die eine Panzerhälfte fehlte, was sogar Stein schon an marinen Formen begegnet war und als verstümmelt ansah. Darauf hin hätte er schon ohne Weiteres auf das Vorkommen der vegetativen Vermehrung durch Theilung bei diesen Formen schliessen können. Im Jahre 1884 erst wurde durch Henry Blanc[1]), welcher an Ceratium hirundinella seine Untersuchungen angestellt hat, diese Frage dahin entschieden, dass die Fortpflanzungsweise der Ceratiumarten auf einem Theilungsvorgange beruht. Diese Beobachtung fand auch ihre Bestätigung zunächst durch Bergh[2]) und dann durch Schütt[3]), von welchen der eine schon im darauffolgenden Jahre, der andere erst 1887 die Theilung an Ceratium Tripos wahrgenommen hatte.

---

[1] Bergh l. c. pag. 214.

Ich habe an Ceratium cornutum den Versuch unternommen, die Theilungserscheinungen dieser Formen ebenfalls kennen zu lernen. Die Aufstellung einer ununterbrochenen Beobachtungsreihe war für mich mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft, weil diese Organismen gegen ungünstige äussere Einflüsse höchst empfindlich sind. Schon durch die Erwärmung, welche das Wasser im Hochsommer während des Transportes auf einem Wege von 1—2 Stunden erfuhr, gingen sie binnen kürzester Frist zu Grunde. Die im Interesse dieser Arbeit angestellten Untersuchungen haben mich auf ein sehr einfaches Verfahren geführt, mit Hilfe dessen nicht allein ihre Erhaltung möglich, sondern auch ihre Fortpflanzung in günstiger Weise beeinflusst wird. Man verbringt nämlich die kaum erst dem Teiche entnommenen Ceratien in weithalsigen Flaschen, sobald als es möglich ist, in einen grösseren Behälter, in welchen man fortwährend frisches Wasser zufliessen lässt. Im botanischen Garten in Basel war mir dies insofern sehr bequem gemacht, als ich die Sammelgefässe mit ihrem Inhalte einfach in den steinernen Trog eines ständig laufenden Röhrbrunnens setzen konnte. Auf diese Weise ward es mir möglich, am Vormittag fast eines jeden nur einigermassen heiteren Tages in der Zeit von 8—12 Uhr Theilungsstadien aus dem Wasser zu ziehen.

Wenn die Theilung des Kernes vollzogen ist, wird diejenige des Körpers damit eingeleitet, dass die aus einzelnen Tafeln zusammengesetzte Zellhülle (Panzer) durch einen in schiefer Richtung verlaufenden Riss in zwei Hälften zerfällt. Derselbe geht also auf die Rückenseite der vorderen Körperhälfte zwischen der rechten Apical- und der mitten gelegenen Praeaequatorialplatte einerseits und der rechten Praeaequatorialplatte andererseits bis zur Querfurche. Er setzt sich alsdann in die hintere Körperhälfte fort, indem er zwischen der mittleren und linken Postaequatorialplatte einerseits und der rechten (gehörnten) Postaequatorial- und der Antapicalplatte andererseits hinzieht. Auf der Bauchseite beginnt

---

1) Blanc l. c.

2) Bergh, Ueber den Theilungsvorgang bei den Dnioflagellaten. Zoolog. Jahrb. II. Bd. 1886.

3) Schütt, Ueber die Sporenbildung mariner Peridineen. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. V, 42. 1887.

er rechts oben und trennt die rechte Apicalplatte von der rechten Praeaequatorialplatte. Er durchsetzt alsdann das nackte rhombische Feld und erreicht links unten zwischen der linken Postaequatorial- und der Antapicalplatte sein Ende (Taf. VIII. Fig. 9. 10). Der Verlauf dieses Risses deutet gleichzeitig auch auf die Lage der Theilungsebene hin, welche hier ebenso wie bei den Peridinien in einem Winkel zur Längsachse geneigt ist, was im folgenden noch deutlicher hervortreten wird. Selbstverständlich ist ihre Lage auf dem Querschnitt ebenfalls eine schiefe, indem sie mit der Querachse ungefähr einen Winkel von 45° bildet.

Mit der Theilung des Mutterleibes geht bei diesen Formen zugleich auch eine Ergänzung der Sprösslinge durch Neubildung der dabei in Wegfall gekommenen Körperhälften Hand in Hand. Die Rissspalte tritt daher stets vorn etwas auseinander, sodass dazwischen das farblose und etwas feinkörnige Protoplasma sichtbar wird (Taf. VIII. Fig. 11). Während die Theilung in der oben bezeichneten Ebene beginnt, weicht die Rissspalte immer weiter auseinander und es treten die sich auch sogleich zu selbständigen Organismen herausbildenden Sprösslinge unterdessen schon in die Ergänzung der ihnen fehlenden Körperhälften ein. Zwischen der Spalte wird sodann eine schwache höckerförmige Erhebung als die erste Anlage des apicalen Hornes bemerkbar, welches dem nach rechts abgetheilten Sprösslinge angehört (Taf. VIII. Fig. 11. 12). Der Zuwachs des links abgetheilten bleibt dem beobachtenden Auge vor dem Horne verborgen. Man sieht nur hinter diesem eine Linie hinziehen, welche anzudeuten vermag, dass die Ergänzung auf beiden Seiten gleichen Schritt gehalten hat. Indem nun die Einschnürung des Körpers immer weiter nach innen hin vordringt, bilden die Sprösslinge durch ihr ununterbrochenes Weiterwachsen zugleich ihre definitive Gestalt heraus (Taf. VIII. Fig. 13. 14).

Die Umrisse des nach rechts abgetheilten, dessen Horn schon zu beträchtlicher Grösse herangewachsen ist, lassen sich jetzt bis in die Tiefe der Spalte hinab verfolgen. Dort tritt nunmehr auch der fehlende Theil der Querfurche zu Tage. Da an dieser Stelle die Ausbildung der definitiven Gestalt am ehesten zu Ende geführt wird, so beginnt auch dort die erste Ausscheidung von Zellstoffmassen für die Bildung der neuen Zellwandhälfte, welche zuerst als eine feine, aber deutliche dunkele Linie erkennbar wird (Taf. VIII, Fig. 14. 15). Dieselbe schreitet von dieser Stelle aus auf die übrigen fertigen Theile des Körpers hin vor. Da die zu äusserst befindlichen am längsten im Wachsthum begriffen sind, so gelangt sie zum Horne zuletzt. Es lässt sich dieser Process sehr schön in seinem ganzen Verlaufe verfolgen. Während nämlich die zuerst angelegten Theile der Zellwand sich so weit verdickt haben, dass sie daran gehen, ihre Areolirung zu bilden, so nimmt sie entsprechend dem Grade ihrer Ausbildung nach dem wachsthumsfähigen Ende hin ab. Da dasselbe nackt über die letztgebildeten Theile der Wand hervorragt, so zieht es sich bei der Plasmolyse in dieselben zurück (Taf. VIII. Fig. 8). Man beobachtet alsdann, dass das Horn dort in ein äusserst fein zugeschärftes Ende ausläuft, wie bereits an früherer Stelle (Seite 241) eingehend geschildert wurde. Mit der endlichen Ausbildung des Körpers vollzieht sich auch die Vollendung der neuen Wandhälfte, welche nach kurzer Zeit schon von der alten sich nicht mehr unterscheidet.

Der linke Theilsprössling bildet ebenfalls mit fortschreitender Einschnürung des Mutterorganismus seine Körperform heraus. Wenn nämlich der andere Sprössling sein Horn zum grössten Theile gebildet hat, ist dieser bei seiner Vervollständigung soweit gekommen, das ihm fehlende antapicale Horn zu bilden, welches als ein höckerförmiges Gebilde von farblosem, feinkörnigen Protoplasma in der Spalte unten sichtbar zu werden beginnt (Taf. VIII. Fig. 12). Oben sind die Körper der beiden Theilsprösslinge soweit auseinandergerückt, dass endlich auch die bisher hinter dem Horne des einen verborgen gewesenen Theile des anderen sichtbar werden. Bei manchen, sehr weit vorgeschrittenen Theilungszuständen, welche infolge besonderer Umstände noch nicht bis zur Bildung der Hörner gelangen konnten, erkennt man oft sehr schön, dass der Körper des rechten Theilsprösslings bis auf die beiden Hörner ergänzt ist, von denen aber schon das hintere in dem Entstehen begriffen ist (Taf. VIII. Fig. 20—22). Die Anlage des anderen erfolgt oft erst lange nach der Trennung der Sprösslinge. Die Bildung der Zellwand erfolgt auch hier, wie bereits hervorgehoben wurde, an denjenigen Stellen am ersten, deren Wachsthum zunächst beendigt ist und schreitet von da aus wieder nach den im Wachsthum begriffenen Stellen hin fort, bis sie an den Hörnern ihr Ende erreicht (Taf. VIII. Fig. 8, 16—19).

Sei es nun, dass die Trennung der Theilsprösslinge früher oder später erfolgen mag, so bleibt doch meistens ein grösserer oder kleinerer Theil ihrer Ausbildung für die Zeit vorbehalten, in der bereits ein jeder sich frei im Wasser herumbewegen kann. Solche Zustände haben Stein und Bergh sowohl, als auch Schütt in grosser Menge gefunden. Stein hielt sie für verstümmelt, während die beiden letzten Forscher erst zu einer richtigen Auffassung dieser Entwicklungszustände gelangten.

Vom Beginn bis zum Ende des Theilungsprocesses bewegt sich der Körper langsam vom Platze, sucht aber in bestimmten Zeiträumen kurze Ruhepausen einzuhalten, wobei er stets die Rückenlage einzunehmen trachtet. Wird er passiv aus derselben gebracht, so gelangt er nach kurzer Bewegung wieder zur Ruhe, wobei er in dieselbe wieder zurückkehrt.

Die Theilung im ruhenden Zustande.

Diese Vermehrungsweise ist bei weitem häufiger als die bisher betrachtete. Sie ist bereits in allen Gattungen aufgefunden worden. Die Art und Weise, in der sie sich vollzieht, ist verschieden, je nachdem der Ruhezustand ein vorübergehender oder länger anhaltender ist.

Theilung im vorübergehenden Ruhezustand.

In diesem Falle vollzieht sich die Theilung innerhalb der ursprünglichen Zellwand, welche hierauf auseinanderfällt und die beweglichen mit neuen Zellhüllen ausgestatteten Theilsprösslinge austreten lässt. Stein[1]) und Klebs[2]) haben diesen Vorgang zuerst genauer an Peridinium tabulatum und Peridinium cinctum studirt. Aus eigner Erfahrung kann ich die Beobachtung bestätigen und noch weiter hinzufügen, dass ausser der Gattung Peridinium auch noch Hemidinium und Glenodinium sich auf dieselbe Weise theilen. Mit alleiniger Ausnahme von Ceratium erstreckt sich somit diese Vermehrungsweise auf alle Süsswassergattungen, deren Angehörige feste Zellwände besitzen.

Bei Hemidinium nasutum konnte ich diesen Vorgang nicht in allen seinen Phasen beobachten. Es lagen mir nur zwei Theilungsstadien vor, aus welchem aber die Zugehörigkeit des vorliegenden Falles in diese Kategorie unzweifelhaft hervorgeht.

Die Theilung leitet sich zunächst durch eine Formveränderung des Körpers ein. Derselbe geht aus seiner länglich runden Gestalt in eine nahezu kugelige über. Die Längsfurche verschwindet ganz und gar, die Querfurche tritt dabei auch etwas zurück, bleibt aber immerhin noch deutlich zu erkennen (Taf. VIII. Fig. 23). Man kann nun beobachten, dass auf einmal an ihrer Stelle eine schwache Einschnürung auftritt, welche zu beiden Seiten eine neue Querfurche in schwacher Andeutung zeigt (Taf. VIII. Fig. 24). Offenbar schreitet sie nach der Mitte des Körpers fort und führt auf diese Weise zur Entstehung zweier Theilsprösslinge, welche innerhalb der ursprünglichen Zellwand beisammenliegen. Dieser Theilungszustand ergab sich mir durch das zweite auf Taf. VIII. Fig. 25 dargestellte Stadium, welches ich im Spätsommer des verflossenen Jahres in grosser Zahl aufgefunden habe.

Es scheint aus diesem und anderen noch folgenden Beispielen hervorzugehen, dass sich die von Ehrenberg und Perty gefundene und durch Klebs neuerdings wieder bestätigte Regel von der Längstheilung der Flagellaten nicht auf alle Fälle unmittelbar beziehen lässt. Bütschli[3]) hält die sich ergebenden Ausnahmen nur für scheinbare, indem er durch den

---

1) Stein l. c.

2) Klebs l. c. pag. 353.

3) Bütschli l. c. pag. 978 u. ff.

Vergleich des Körperbaues bei den Prorocentonen und Peridiniden zu der Annahme gelangte, dass hier eine Verlagerung der Längsachse stattgefunden habe.

Bei den Glenodinien konnte ich die Theilung von Anfang bis zu Ende sehr genau beobachten. Wenn diese Organismen zur Fortpflanzung übergehen, legen sie sich auf den Boden nieder und gelangen dort unter dem Verluste ihrer Geisseln zur Ruhe. Der Körper von Glenodinium cinctum übt infolge von inneren Spannungszuständen auf die ihn umgebende Wand einen Druck aus, dass er seine Furchung verliert und die Gestalt einer Kugel annimmt. In diesem Falle ist es dann nicht mehr möglich, ihn von einer gewöhnlichen Cyste zu unterscheiden. Bei Glenodinium uliginosum bleibt wegen der grösseren Derbheit der Zellwand die Furchung bestehen. Die beginnende Theilung erstreckt sich in erster Linie auf den central gelegenen Kern. Dieser streckt sich dabei in die Länge, nimmt dann wohl auch die Form einer Lemniscate an und zerfällt schliesslich in zwei neue, welche nach den entgegengesetzten Polen der Zelle wandern. Aeusserlich lässt sich dieser Vorgang nur in ganz vereinzelten Fällen verfolgen. In der Regel bemerkt man den Zellkern infolge seines stärkeren Lichtbrechungsvermögens als einen hellen Fleck in der Mitte des Körpers. Nach kurzer Zeit erscheinen deren zwei, welche durch eine dunkele, den ganzen Körper umziehende Linie von einander getrennt sind (Taf. IX. Fig. 1). Sie deutet zugleich den Verlauf der Theilungsebene an. Dieselbe fällt hier, wie bei Hemidinium, ebenfalls mit der Querachse zusammen, wie man an Glenodinium cinctum erst durch die Plasmolyse mit concentrirter Salpeterlösung, bei Glenodinium uliginosum ohne Weiteres schon an der Lage der Furchen erkennen kann. Der Körper zieht sich durch die Wasserentziehung von seiner Wand zurück und seine Furchen kommen wieder zum Vorschein (Taf. VIII. Fig. 2). Man sieht alsdann, dass der Verlauf des schwarzen Striches nahezu mit demjenigen der Querfurche zusammenfällt. Wenn man in diesem Augenblicke eine eingehende Untersuchung über den Stand der Theilung vornimmt, so eröffnet sich dem Beobachter das nämliche Bild, welches Klebs[1]) mit der Strassburger'schen Zellplatte in vieler Hinsicht ähnlich gefunden hat (Taf. IX. Fig. 3). Ausserdem hat auch nach der Theilungsebene hin eine stärkere Zufuhr von Nährstoffen, besonders von Stärke, stattgefunden, wie sich mit Chloraljod leicht nachweisen lässt. Der Augenfleck von Glenodinium cinctum hat sich inzwischen auch getheilt. Die Lage der beiden neuentstandenen Flecke ist, wie es scheint, etwas verschieden. In der Regel behält der eine seine Lage auf dem schwarzen Striche bei, während der andere nach einer Seite hin fortrückt. Da beide, wie aus früheren Auseinandersetzungen hervorgeht, an einer ganz bestimmten Stelle des Körpers gelegen sind, so

---

1) Klebs l. c. pag. 353.

wäre es wohl möglich, daraus die Lage der beiden Theilsprösslinge zu erkennen. Es gelingt dies auch. Die beiden Augenflecke liegen nämlich auf einer Linie, welche von der Theilungsebene durchkreuzt wird. Demnach liegen also auch die Theilsprösslinge übereinander, was somit auf eine ausgesprochene Quertheilung hinweist.

Inzwischen hat der Körper eine Streckung in der Richtung der Längsachse erfahren. Es zeigt sich jetzt, dass zu den beiden Seiten der ursprünglichen, nunmehr aber verschwundenen Querfurche neue auftreten, welche nach und nach von einander wegrücken und zwar erfolgt dies nur auf der einen Seite, wo denn auch die beginnende Einschnürung viel eher bemerkbar wird als auf der anderen (Taf. IX. Fig. 4)[1]. Diese schreitet jetzt allmählig nach innen zu fort, bis sie die beiden Sprösslinge zu ihrer vollständigen Trennung gebracht hat (Taf. IX. Fig. 5). In diesem Augenblicke ist von einer Wandbildung an den Theilsprösslingen noch nichts zu sehen. Sie tritt aber sogleich ein, wie man sich auf plasmolytischem Wege überzeugen kann. Sie ist zum grössten Theile schon vollendet, wenn die Theilsprösslinge die Mutterzellwand verlassen. Sie bleiben nämlich solange darin eingeschlossen, bis sie infolge des durch ihr Wachsthum hervorgerufenen Druckes dieselbe durch eine geringe Bewegung der Querfurche nach auseinandersprengen und ungehindert ins Freie gelangen können (Taf. IX. Fig. 6). Ein Ausschwärmen vor Beendigung der Theilung habe ich bei diesen Formen niemals beobachten können.

Bei den Angehörigen der Gattung Peridinium verläuft die Theilung unter ganz ähnlichen Erscheinungen wie bei denjenigen der soeben betrachteten. Wiederum wird sie damit eingeleitet, dass der Zellkern in zwei Hälften zerfällt, welche nicht in die vordere und hintere, sondern in die rechte und linke Körperhälfte wandern. Zwischen ihnen tritt alsdann wieder der von Klebs zuerst gesehene schwarze Strich auf, welcher die Lage der Theilungsebene in diesem Falle in der Richtung der Längsachse oder in einem kleinen Winkel zur ihr geneigt andeutet. (Taf. IX. Fig. 7). Er setzt sich bei genauer Untersuchung aus feinen Körnchen zusammen. An den Stellen, wo er die Zellwand berührt, treten die ersten Andeutungen der beginnenden Einschnürung auf. An dem vorderem Körperende zeigt sie sich am ehesten (Taf. IX, Fig. 8). Bald folgt auch das hintere nach (Taf. IX, Fig. 9) und es schnürt sich der Zellkörper in kurzer Zeit soweit ein, bis die Trennung der beiden Sprösslinge, welche von der Mutterzellwand noch fest umschlossen sind, erfolgt ist. Sie befreien sich von ihrer Umhüllung, indem sie durch ihre Bewegungen diese auseinandersprengen. Sie bleiben noch eine kurze Weile ruhig liegen, bis sie zum Ausschwärmen kommen (Taf. IX, Fig. 10). Nach den Beobachtungen von Stein[1]) und Klebs[2]) sollen sie von einer Gallerte umgeben sein. Pouchet[3]) glaubte auf Grund seiner Erfahrungen dies bestreiten zu sollen, was Klebs[4]) für unberechtigt hält. Ich konnte auf diesen Punkt leider nicht eingehen und bin deshalb ausser Stand, ein Urtheil über die Richtigkeit dieser Angaben abzugeben.

---

[1] Man vergleiche damit die von Bütschli in seiner Schrift: Einige Bemerkungen u. s. w. (l. c.). Morphol. Jahrbuch Taf. XXVI. Fig. 7 gegebene Abbildung.

Die Sprösslinge dehnen sich jetzt aus; man sieht auf einmal ihre Furchung sowohl, als auch ihre Täfelung hervortreten, ein Beweis, dass die Ausscheidung der Wand schon zum Theil erfolgt war. Diese ist noch sehr biegsam. Sie hält dem mit einer Nadel auf das Deckglas geübten Druck das Gleichgewicht, ohne dabei den geringsten Schaden zu nehmen. Sie erhält ihre Härte und Sprödigkeit aller Wahrscheinlichkeit nach erst, wenn sie anorganische Bestandtheile in sich aufgenommen hat. Ein vorzeitiges Austreten der Theilsprösslinge aus ihrer Mutterzellwand habe ich bei der Theilung von Peridinium bipes einmal beobachtet. Dieselben gingen ohne ihren gegenseitigen Verband aufgegeben zu haben, schon in den beweglichen Zustand über und schwammen so einige Zeit im Wasser umher, bis sie zur Trennung kamen. Es wird damit zugleich der wichtige Nachweis erbracht, dass die Theilung dieser Formen keine momentan, sondern eine successive erfolgende Einschnürung ist.

In der Gattung Peridinium herrscht die Regel von der Längstheilung der Flagellaten vollkommen in dem Sinne, wie sie Klebs bei den Eugleniden aufgefunden und für die Angehörigen unserer Gruppe vorausgesetzt hat.

Ehe ich zum folgenden Theile übergehe, erübrigt es nur noch zu erwähnen, dass die hier vorliegenden Theilungsvorgänge sich in der Nacht und zwar während der Nachmitternacht vollziehen, wozu sie mehrere Stunden in Anspruch nehmen. Unter besonderen Umständen gelingt es wohl auch hie und da einmal, sie in den Morgenstunden zu beobachten.

Die Theilung im dauernden Ruhezustande einschliesslich der Encystirungsvorgänge.

Diese Art von vegetativer Vermehrung unterscheidet sich von der vorhergehend betrachteten in einigen, wesentlichen Punkten, weshalb ich es vorgezogen habe, sie von derselben loszutrennen, und besonders zu behandeln. Der Hauptunterschied besteht jedenfalls darin, dass dem Theilungsprocess die Encystirung des Körpers vorausgehen muss. Dies geschieht in der Weise, dass die ursprüngliche Zellwand abgeworfen wird und der so freigewordene Körper sich unterdessen wieder mit einer

---

1) Stern l. c.

2) Klebs l. c.

3) Pouchet l. c. pag. 404, 440.

4) Klebs, Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. Bot. Zgt. 1884.

neuen völlig structurlosen Hülle bekleidet. Die nun folgende Theilung erstreckt sich deshalb nicht allein auf den Protoplasmakörper, sondern zugleich auch auf die Cystenwand, welche hierauf dann zur Hülle der beiden Theilsprösslinge wird.

Der principielle Unterschied zwischen den beiden Vorgängen liegt, um es kurz zu sagen, darin, dass die Theilung des Körpers seiner Häutung bei dem einen vorangeht, bei dem anderen dagegen nachfolgt. Im ersteren Falle findet die Ausscheidung der Zellwand demnach dann statt, wenn die Trennung der beiden Theilsprössling nahezu geschehen ist, im letzteren aber noch bevor der Organismus zur Theilung schreitet, weshalb denn auch die Cystenwand in diesen Process mit hineingezogen wird.

Die mit der Encystirung verbundene Theilung ist wohl die verbreitetste von allen bisher betrachteten Vermehrungsweisen. Bis auf Hemidinium ist sie bis jetzt innerhalb sämmtlicher Süsswassergattungen beobachtet worden.

Im Folgenden werden beide Vorgänge, die Encystirung und die Theilung zusammen bei den einzelnen Gattungen zur Besprechung kommen. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, dass sie nicht, wie es hiernach scheinen könnte, unzertrennlich miteinander verbunden sind. Der Encystirung muss nämlich nicht immer eine Theilung auf dem Fusse folgen, wie es auch einzelne Fälle zu geben scheint, wo die Theilung auch ohne vorausgegangene Encystirung stattfinden kann.

Aus dem Zustande freier Beweglichkeit treten die Peridineen entweder auf kürzere oder längere Dauer in denjenigen der Ruhe. Die Bedingungen, unter denen sich dieser Vorgang vollzieht, gründen sich, soweit bis jetzt feststeht, zum grossen Theile auf die Mitwirkung äusserer Umstände. Denn er lässt sich ebensowohl auf künstlichen Wege hervorrufen, wie er auf natürlichem entsteht. Vor Allem erfolgt er ohne Weiteres mit dem Eintritt der kälteren Jahreszeit, ebenso aber auch zu jeder anderen Zeit des Jahres, wenn nur die Witterung anhaltend ungünstig ist. Ferner übt auch die Beschaffenheit des umgebenden Mediums nach dieser Richtung hin einen fördernden Einfluss auf die Bildung von Dauerzuständen aus. Schon bei abnehmendem Sauerstoffgehalt des Wassers gehen die Peridineen sogleich in einen latenten Zustand über, welcher aber durch neue Sauerstoffzufuhr wieder aufgehoben werden kann. Dies geschieht in einfachster Weise durch kräftiges Umrühren des Wassers [1]). Die gleiche Wirkung lässt sich auch auf künstlichem Wege erzielen. Denn eine Uebertragung der verschiedenen Formen in eine 0,5 % Nährlösung nach Knop'scher Vorschrift hat ebenfalls eine alsbaldige Versetzung in den Ruhezustand zur Folge. Es lassen sich denn auch fast alle Formen diesem Zwange zu jeder Zeit unterwerfen. Eine Ausnahme in dieser

---

1) Walz, Beitr. z. Kenntniss der Zoosporenbildung b. d. Algen Bot. Ztg. 1868. No. 31.

Hinsicht machen bloss die Ceratien, welche nur bei kühler Temperatur unter solchen Umständen in den ruhenden Zustand übergehen, denn mit der geringsten Erwärmung des Wassers sterben sie ohne Ausnahme in kürzester Zeit ab.

Der als Encystirung oder Cystenbildung bezeichnete Vorgang wird durch das Abwerfen der Bewegungsorgane eingeleitet. Bütschli[1]) hat dies zum ersten Male bei Glenodinium cinctum genauer verfolgt und ich kann seine Beobachtung aus eigener Erfahrung bestätigen. In den Decembertagen des vorigen Jahres konnte ich diese Erscheinung sehr häufig sehen. Wenn man nämlich neues Material um diese Zeit aus dem Wasser nimmt und eine kurze Weile im warmen Zimmer stehen lässt, gehen die darin enthaltenen Glenodinien aus dem Ruhezustande in die Bewegung über. Werden sie dann zur Beobachtung unter ein Deckglas gebracht, so kommen sie wieder in ungünstige Lebensbedingungen und kehren infolgedessen in den Ruhezustand zurück. Zu diesem Zwecke legen sie sich an irgend einer Stelle zu Boden. Es wird dann auf einmal die Quergeissel aus ihrer Furche hervorgeschleudert und bewegt sich auf einige Augenblicke peitschenförmig hin und her, bis sie endlich, meist zu einem Knäuel verschlungen oder zu einem korkzieherförmigen Gewinde zusammengezogen abgestossen wird. So schwimmt sie noch eine kurze Weile mit grosser Geschwindigkeit im Wasser umher, bis sie infolge des inzwischen eintretenden Absterbens zur Ruhe kommt. Sie geht dann durch Verquellung sehr rasch zu Grunde. Der Körper hat sich unterdessen abgerundet und ist dabei seiner Furchung verlustig gegangen.

Bei Glenodinium neglectum konnte ich beobachten, dass die Quergeissel, ohne vorher abgeworfen worden zu sein, verquillt. Sie wird dann bei der nachfolgenden Häutung entfernt.

Diejenigen hüllenlosen Formen, welche zur Gattung Gymnodinium vereinigt sind, scheiden unter den gewöhnlichen Umständen unterdessen eine sehr umfangreiche aus Gallerte bestehende Hülle aus (Taf. IX, Fig. 11). Sie ist in der Regel vollkommen structurlos und durchsichtig, sodass sie ohne besondere Hilfsmittel nicht aufzufinden ist. Hie und da tritt sie auch wohl geschichtet auf, wobei sie auf ihrer Oberfläche warzenförmige Erhabenheiten zu tragen pflegt.

Ihre Substanz ist nach Klebs gegen Carmin, Hämatoxylin, Eosin und Nigrosin ganz indifferent, nimmt aber Methylviolett in grosser Menge in sich auf, sodass sie dadurch eine intensive Farbe erhält. Durch die Behandlung mit Jod wird sie etwas gelbbraun gefärbt. Zu dieser Schleimabsonderung scheinen die hier in Frage kommenden Organismen sehr geneigt zu sein, denn sie umgeben sich sofort mit einer solchen Hülle, wenn sie mit Salpeterlösung, Chromsäure u. s. w. in Berührung kommen.

---

1) Bütschli, Einige Bemerkungen l. c.

Selbst wenn man sie durch raschwirkende Stoffe zur Fixation bringen will, lässt sich noch nicht einmal die Gallertbildung ganz verhindern. Ich habe dies mit Osmiumsäure an vielen Exemplaren von Gymnodinium palustre versucht, und gefunden, dass nur ein verhältnissmässig geringer Theil derselben nicht zur Ausscheidung der Hülle gekommen war.

Neben dieser Schleimhülle werden auch zuweilen feste ausgeschieden. Bei Gymnodinium palustre geschieht dies während der ganzen Vegetationsperiode (Taf. IX, Fig. 12), bei Gymnodinium aeruginosum habe ich sie erst mit dem Eintritte der kälteren Jahreszeit auftreten sehen.

Die Theilung dieser Formen wurde von Klebs zum ersten Male in ihren Einzelheiten verfolgt. An Gymnodinium fuscum konnte er die Wahrnehmung machen, dass der von einer Schleimhülle umschlossene Körper in eine Theilung eintrat, welche in der Richtung der Längsachse verlief. Mir gelang es leider nicht, diesen Process in seinem ganzen Verlaufe zu verfolgen, da er an den von mir aufgefunden Stadien von Gymnodinium aeruginosum und palustre stets schon zu Ende geführt war (Taf. IX, Fig. 13). Die Lage der Sprösslinge war zwar immer eine derartige, dass man zur Annahme von Längstheilung hätte geführt werden müssen.

Wie diese Formen, sei es nun, ob sie sich getheilt haben oder nicht, aus ihrer Umhüllung wieder hervortreten, um darauf in Bewegung überzugehen, habe ich nicht beobachten können, zweifele aber nicht daran, dass dies durch Verquellung der Schutzhülle ohne Weiteres möglich ist.

Bei den Angehörigen der Gattung Glenodinium löst sich, wenn der Körper seine Bewegung eingestellt hat, die Zellwand längs der Querfurche voneinander und lässt ihn so ins Freie hinaustreten. In der Regel hat er sich unterdessen schon wieder mit einer neuen Hülle umkleidet, welche auf ihrer Oberfläche ganz glatt ist und von einer Furchung nichts mehr aufweist. Sie ist sehr biegsam und reagirt meist deutlich auf Cellulose, wenn sie mit Chlorzinkjod behandelt wird. Die Wiederherstellung des früheren Zustandes bei Uebertritt in den beweglichen Zustand entging meiner Beobachtung, ich halte es aber auf Grund später zu erörternder Erscheinungen für wahrscheinlich, dass die neugebildete Cystenhülle nicht mehr abgeworfen, sondern in die Form der eigentlichen Zellwand unmittelbar übergeführt wird.

Ob aber mit der Cystenbildung stets eine Häutung bei einzelnen dieser Formen verbunden ist, wurde bis jetzt noch nicht mit aller Sicherheit festgestellt. Bei Glenodinium uliginosum ist es kaum zweifelhaft, weil da die Hülle wegen ihrer Derbheit die Cystenwand nicht vertreten kann; wohl aber für Glenodinium cinctum, wo der Körper bei seinem Uebergang in den Ruhezustand ohne Weiteres die Form einer Cyste an-

---

1) Klebs l. c. pag. 348.

nimmt. Die Zellwand ist nämlich hier sehr biegsam und giebt deshalb den im Inneren herrschenden Spannungsverhältnissen nach, wodurch die Querfurche verschwindet. Bütschli hat darauf in einer früheren Arbeit schon aufmerksam gemacht. Eine Entscheidung in dieser Frage ist erst von einer umfangreichen Untersuchung dieser Häutungserscheinungen zu erwarten. Würde sich die Auffassung Bütschli's, dass die Wand der Cyste die ursprüngliche, aber aus ihrer Form gebrachte Zellmembran sei, sich als richtig erweisen, so wäre natürlich eine principielle Scheidung der Theilungsvorgänge während vorübergehender oder anhaltender Ruhe, wie sie hier festgehalten wurde, unmöglich, vorausgesetzt, dass man nicht solche vereinzelte Fälle als Uebergänge zwischen beiden auffassen will.

Eine Ausscheidung von schleimigen Hüllen habe ich ebensowenig, wie andere Beobachter bemerken können. Ich glaube daher, dass eine Verwechselung mit einem Gymnodinum vorliegt, wenn Dangeard[1]) in seiner kleinen Schrift: Les Peridiniens et leur Parasites für Glenodinium cinctum die Bildung »d'une couche épaisse de gelatine limitée extérieurement par une membrane« angiebt. Durch seine Abbildung wird dies noch im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht.

Die Theilung habe ich an Glenodinium cinctum genauer verfolgt. Wenn der Körper bei dieser Form seine Wand abgeworfen hat, nimmt er unter dem Schutze der neugebildeten Cystenhülle eine kugelige Form an, welche nirgends mehr eine Spur von Furchung erkennen lässt (Taf. IX, Fig. 14). Bei dem Eintritt der Theilung streckt er sich etwas in die Länge und wird eiförmig. Die Vorgänge, welche diesen Process begleiten, sind ganz die nämlichen, welchen wir auch bei der Theilung im vorübergehenden Ruhezustande begegnet sind. Der Zellkern, welcher vorher als ein heller Fleck in der Mitte des Körpers erkennbar war, hat sich nämlich inzwischen wieder in zwei neue zerlegt, welche sich in der Richtung der Längsachse von einander entfernen, wobei jener schwarze Strich wieder erscheint, welcher die Lage der Theilsprösslinge anzeigt. Dieselbe verläuft in der Richtung der Querachse. Zur selben Zeit treten auch an die Stelle des einen zwei Augenflecke, von denen der eine an der ursprünglichen Stelle verbleibt, während der andere nach und nach von ihm wegrückt. Die Streckung des Körpers setzt sich unterdessen fort, und wenn sie ihre Grenze nahezu erreicht hat, beginnen sich auch schon die ersten Spuren der jetzt erfolgenden Einschnürung bemerkbar zu machen. Auf der einen Körperseite treten nämlich unvermerkt an die Stelle der ursprünglichen Querfurche, in welche die Theilungsebene verlegt ist, zwei neue, welche allmählich zur Seite rücken, während zwischen ihnen die Einschnürung schon beginnt. Die Cystenhülle wird in diesen Process mit hineingezogen. Derselbe schreitet um den ganzen Körper herum gleichmässig

---

1) Journal de Botanique 1888.

nach innen zu fort, bis endlich der letzte Verband zwischen den Theilsprösslingen aufgehoben ist (Taf. IX, Fig. 15 u. 16). Es ist durchaus keine leichte Aufgabe diesen Process in seinen Einzelheiten zu verfolgen, um den Zeitpunkt, wann die Trennung der neugebildeten Individuen eintritt, festzustellen. Durch die Plasmolyse mit concentrirter Salpeterlösung erfolgt nämlich die Wasserentziehung um den ganzen Körper herum entweder zu ungleich oder zu heftig so dass der letzte Zusammenhang zwischen den beiden Protoplasten verdeckt oder gewaltsam zerstört wird. Eine langsame und zugleich auch über den ganzen Körper hin gleichmässige Wasserentziehung wurde durch Zufall in einem Präparate erreicht, welches in einer feuchten Kammer der langsamen Austrocknung überlassen worden war. Demselben ist die Zeichnung auf Taf. IX, Fig. 16 entnommen, welche den letzten Verband unter den beiden Theilsprösslingen kurz vor ihrer Trennung veranschaulicht.

Unter günstigen Umständen vollzieht sich der ganze Theilungsvorgang rasch und ohne Unterbrechung. Treten aber ungünstige Verhältnisse ein, so ist in der Regel ein Stillstand von verschieden langer Dauer die unmittelbare Folge. Geradeso wie Bütschli konnte ich in der feuchten Kammer tagelang solche unterbrochene Theilungsstadien beobachten, ohne auch nur die geringste Veränderung daran wahrzunehmen. Bütschli hat diesem Vorgang im Vereine mit einer anderen, sogleich zu besprechenden Erscheinung als etwas besonderes aufgefasst und deshalb in einem eigenen Abschnitte seines Werkes als unvollständige Theilung behandelt. Selbst wenn nach der Theilung die Verhältnisse einen sofortigen Uebergang in den beweglichen Zustand nicht gestatten, so bleiben die getheilten Sprösslinge auch noch längere Zeit in Ruhe unter Beibehaltung ihrer Cystenform. Anders verhält es sich jedoch, wenn sich die Gunst der äusseren Umstände während der Theilung noch erhöht. Darauf hin gehen sie nämlich, wie dies von Peridinium bipes früher schon geschildert wurde, vor Beendigung ihrer Theilung in Bewegung über. Ehrenberg hatte solche bewegliche Formen von Glenodinium cinctum und pulvisculus schon beobachtet. Stein fasste sie als in Copulation begriffen auf und begründete damit die Annahme von einem möglichen Vorhandensein einer geschlechtlichen Fortpflanzung im Bereiche unserer Gruppe, wofür aber bis jetzt noch jeder sichere Anhaltspunkt fehlt.

Mit diesem Vorgang ist gleichzeitig eine Aenderung in der Lage der Theilungsebene sowohl, als auch der beiden Theilsprösslinge verbunden, welche um deswillen ein besonderes Interesse für sich in Anspruch nimmt, weil sie ganz von der Regel abweichende Verhälltnisse zur Anschauung bringt. Es wurde schon oben mehrfach hervorgehoben, dass der Augenfleck seine Lage in der Querfurche nahe am Geisselansatz hat. Da seine Theilung eine der ersten Erscheinungen ist, welche die Fortpflanzung des Glenodinium cinctum begleiten, so ist es nicht schwierig, sich mit dessen Hülfe über die Orientirung der beiden Theilsprösslinge innerhalb der Cyste zu unterrichten. Da nämlich die beiden neuentstandenen Augenflecke auf der Längsachse der Cyste liegen, so ergiebt sich daraus, dass die beiden Theilsprösslinge nicht wie sonst neben- sondern übereinander liegen. Der schwarze Strich, welcher die Lage der Theilungsebene andeutet, fällt deshalb mit der Querachse der Cyste zusammen (Taf. IX, Fig. 17). Wie bei der directen Theilung, so findet also auch bei dieser Fortpflanzungsweise Quertheilung statt, eine Erscheinung, welche ganz vereinzelt dasteht, indem man bei der Fortpflanzung aller übrigen Flagellaten durchweg beobachtet hat, dass die Theilungsebene in die Längsachse oder in einem kleinen Winkel zu ihr geneigt fällt (Schiefe Längstheilung). Wenn aber die Theilsprösslinge vor beendigter Theilung schon in den beweglichen Zustand übergehen, und ein jeder von ihnen seine Furchung, sowie sonstige Eigenthümlichkeiten in der äusseren Körperform erlangt hat, zeigt sich auf einmal, dass eine Aenderung sowohl in Bezug auf die Lage der Theilungsebene, als auch auf die gegenseitige Orientirung der Sprösslinge eingetreten ist. Die Theilungsebene liegt nun nicht mehr in der Querachse des Körpers, sondern bildet in ihrer jetzigen Lage einen Winkel zur Längsachse, wodurch die Theilsprösslinge aus ihrer bisherigen Stellung, welche sie innerhalb der Cyste eingenommen hatten, gebracht werden. Sie liegen nämlich jetzt nicht mehr über-, sondern nebeneinander und zwar in der Weise, dass der rechte etwas nach vorn und der linke etwas nach hinten gerückt erscheint (Taf. IX, Fig. 18 u. 19). Es ist also die anfangs beobachtete Quertheilung bei dem Uebergang aus dem ruhenden in den beweglichen Zustand in eine deutlich ausgesprochene schiefe Längstheilung übergegangen, welche aber sogleich wieder zurücktritt, sobald der Körper unter dem Drucke ungünstiger äusserer Verhältnisse in den Ruhezustand zurückkehrt. Während der lebhaftesten Bewegung schreitet die Einschnürung des Körpers ungehindert nach innen hin fort, bis die beiden Theilsprösslinge sich schliesslich von einander trennen.

Nur Formen mit einer nicht allzu stark verdickten Wand scheinen die soeben angeführte Erscheinung zu zeigen. Dahin gehört ausser Glenodinium cinctum vor Allem das Glenodinium pulvisculus, bei welchen bewegliche Theilungsstadien in ungeheuerer Menge anzutreffen sind. Bei Glenodinium uliginosum ist eine derartige Erscheinung nicht beobachtet worden.

In der nämlichen Weise, wie sie bei den soeben behandelten Formen geschildert wurde, bilden auch die Angehörigen der Gattung Peridinium ihre Cysten. Wenn sie zur Ruhe gekommen sind, treten sie aus der Zellwand, welche zwischen einigen Tafeln ihren festen Verband aufgegeben hat, bereits wieder umhüllt hervor. Die neugebildete Wand ist auf ihrer Oberfläche ebenfalls vollkommen glatt und besteht aus Cellulose. Sie wird bei dem Uebertritt in den beweglichen Zustand zur eigentlichen

Zellhülle, indem sie dabei ihre Furchung und Täfelung empfängt. Im Sommer wird diese Bildungsweise unter Umständen dahin modificirt, dass sich der Körper von seiner Zellwand zurückzieht, und sich innerhalb derselben mit einer Cystenwand umkleidet, womit in der Regel eine Entfärbung der Chromatophoren und die Anhäufung rother Oelmassen in seinem Inneren verbunden zu sein pflegt.

Die Theilung verläuft unter denselben Erscheinungen, wie bei den Angehörigen der zuvor besprochenen Gattungen. Nach erfolgter Encystirung erhält der Körper der Peridinien eine vollkommen kugelige Gestalt. Da er keinen Augenfleck besitzt, so ist es hier mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, wenn man sich über seine Lage innerhalb der Cyste unterrichten will. Bei eintretender Theilung streckt er sich wieder etwas in einer Richtung und erhält dadurch eine eiförmige Gestalt. Der Kern, welcher zuvor als heller Fleck in der Mitte erkennbar war, hat sich inzwischen getheilt. Man bemerkt daher zwei helle Flecke und zwischen ihnen den bekannten schwarzen Strich, welcher mit der Querachse der Cyste zusammenfällt. Die genauere Untersuchung zeigt wieder die Strasburger'sche Kernplatte zwischen den beiden Theilkernen. Unter günstigen Umständen ist diese Erscheinung schon ohne Weiteres erkennbar. Wenn man nun zur Plasmolyse greift, so zeigt es sich, dass auch hier die Theilungsebene mit der Querfurche zusammenfällt. Es treten daher im weiteren Verlauf der Theilung auf jeder Seite der ursprünglichen eine neue Querfurche auf, die nach und nach zur Seite rücken, während die beginnende Einschnürung unter der Theilnahme der Cystenhülle von aussen nach innen zu stetig fortschreitet, bis die Plasmakörper der beiden Theilsprösslinge sich voneinander getrennt haben, mag dies je nach der Gunst oder Ungunst der äusseren Umstände sich vor oder nach dem Uebergang in den beweglichen Zustand vollziehen (Taf. IX, Fig. 20).

Da der Theilungsprocess bei diesen Formen sich in nichts von demjenigen unterscheidet, welcher bei Glenodinium cinctum geschildert wurde, so ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass auch in Bezug auf die Lage der Theilungsebene die gleichen Verhältnisse wie dort bestehen.

Bei den beiden Süsswasser-Ceratien verläuft die Encystirung in einer Art und Weise, wie sie bei der vorhergehenden Gruppe nur gelegentlich und zwar im Sommer zu beobachten ist. Wenn der Organismus nämlich zur Ruhe gelangt ist, zieht sich der Plasmakörper aus den Hörnern nach der Mitte des Körpers hin zusammen, wo er sich mit einer festen geschichteten Hülle umgiebt. Die so gebildete Cyste, welche entweder eingeschlossen bleiben oder durch Zerfall der sie umgebenden Zellwand frei werden kann, besitzt eine ungefähr ellipsoidische Gestalt und trägt an den Polen, wo das Protoplasma der Hörner mit dem übrigen sich vereinigte, stumpf zulaufende Erhebungen (Taf. IX, Fig. 21 u. 22). Die neue Hülle ist von beträchtlicher Dicke. In chemischer Hinsicht zeigt sie das gleiche

Verhalten, wie die ursprüngliche Zellwand, sie färbt sich ebenfalls rothbraun, wenn sie mit Chlorzinkjodlösung in Berührung kommt. Die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes habe ich bei Ceratium cornutum zufällig verfolgen können. Sie ist selbstverständlich nicht möglich, bevor nicht die ursprüngliche Zellhülle, welche die Cyste noch fest umschlossen hält, früher oder später durch Zerfall der einzelnen Tafeln abgeworfen worden ist. Es werden alsdann an den Polen zuerst Theile der Cystenhülle in Form von einzelnen kleinen Fetzen abgestossen, bis das Protoplasma freiliegt. An diesen Stellen tritt dasselbe dann als eine helle stark lichtbrechende Masse hervor und wächst solange fort, bis das apicale und antapicale Horn wiederhergestellt ist (Taf. IX, Fig. 23). Mittlerweile entledigt sich auch der Körper noch der übrigen Reste seiner Umhüllung und tritt dann auch in die Bildung der Furchen und des seitlichen Hornes ein. So empfängt er allmählig seine ursprüngliche Form wieder. Die Entstehung seiner neuen Zellhülle, welche er offenbar auch bald zu bilden beginnt, habe ich leider nicht verfolgen können, weil er bei seiner an sich schon so grossen Empfindlichkeit in solcher Verfassung namentlich leicht dem Absterben unterworfen ist. Offenbar muss er aber schon vor vollendeter Ausbildung seiner Form seine Bewegungsfähigkeit wieder erlangen können, da mir solche Stadien mehrfach begegnet sind.

Zur Beobachtung der Theilung innerhalb der Cysten hatte ich leider niemals Gelegenheit.

Da mir von Hemidinium nasutum weder Cysten noch deren Theilungsstadien begegnet sind, so muss ich die Frage unentschieden lassen, ob die hierbei zu beobachtenden Vorgänge sich unmittelbar an die bereits bekannten anschliessen. Es will mir fast so scheinen, als ob das von Stein abgebildete Theilungsstadium nicht aus der Theilung einer beweglichen Form, sondern aus derjenigen einer Cyste hervorgegangen ist. Wenigstens spricht dafür die Anordnung der Theilsprösslinge, welche der bei Glenodinium cinctum gefundenen vollkommen analog ist.

Zu manchen Zeiten des Jahres begegnet man im Wasser auch ruhenden Formen, welche vollkommen nackt zu sein scheinen. Claparède und Lachmann haben sie zum ersten Male in Gesellschaft von beschalten Peridineen angetroffen und hielten sie nicht wesentlich verschieden von diesen. Stein begegnete ihnen sogar bei einer Reihe von Formen, wie Gonyaulax, Goniodoma, Peridinium und Glenodinium. Nach ihm fand Bergh sie ebenfalls und leitete sie von Peridinium divergens, Diplopsalis lenticula und Glenodinium cinctum her. Im Gegensatz zu diesen Forschern bezweifelte Klebs, ob sie als Entwickelungszustände von beschalten Formen aufzufassen seien, während Bütschli wenigstens Spuren einer Hülle vorhanden glaubt. Mir sind diese nackten Individuen auch begegnet und ich habe sogar ihre Entstehung zum Theil verfolgen können. Bütschli dachte sich diese in zweierlei Weise möglich, indem nämlich entweder eine freibewegliche Form ihre Hülle abwirft oder eine ruhende aus der Cystenwand austritt, bevor eine neue Wand gebildet wurde. Meine Beobachtungen scheinen nur für den ersteren Fall zu sprechen. Das Abwerfen der Hülle kann aber in zweierlei Weise vor sich gehen. Im einen Falle wird sie längs der Querfurche gesprengt und der Körper tritt aus der entstandenen Oeffnung vollkommen nackt heraus, wie dies die Zeichnung auf Taf. IX, Fig. 24 wiedergiebt. Im anderen zieht sich der Plamakörper innerhalb der Wand zusammen und hüllt sich in eine Gallertmasse ein, worauf jene in einzelnen Fetzen ringsum abgestossen wird (Taf. IX, Fig. 25). Ueber das Schicksal dieser nackten Organismen, konnte ich ich unmittelbar nichts erfahren, weil sie äusserst empfindlich sind und darum sehr leicht zu Grunde gehen.

Die Bildung von gehörnten Cysten.

Eine besondere, von der bisher betrachteten in vieler Beziehung abweichende Form von Dauerzuständen bilden die sogenannten gehörnten Cysten, welche zum ersten Male von Claparède und Lachmann, zur gleichen Zeit aber auch von Lieberkühn beobachtet worden sind. Alle drei Forscher brachten sie ohne Weiteres mit den beweglichen Peridineenformen in Verbindung, ohne aber einen unmittelbaren Beweis für ihre Annahme erbringen zu können. Stein[1]) ging in dieser Hinsicht noch viel weiter, indem er in Peridinium tabulatum und Peridinium cinctum diejenigen Formen vor sich zu haben glaubte, welchen diese merkwürdige Cystenbildung zuzuschreiben sei. Einen entscheidenden Grund für diese seine Vermuthung hatte er ebenfalls nicht. Klebs[2]), welcher ihrem Studium näher trat, als alle bisherigen Forscher, war ebensowenig, wie auch Bergh[3]) in der Lage ihre Beziehungen zu den beweglichen Peridineenformen mit aller Sicherheit festzustellen, hielt solche aber nicht für unwahrscheinlich. Die von den bisherigen Beobachtern eingenommenen Standpunkte wurden für die Folge kaum mehr überwunden. Für die Stein'sche Ansicht konnte nur noch die merkwürdige Thatsache ins Feld geführt werden, dass schon Claparède und Lachmann[4]) die in dem Mittelmeer gefundenen Cysten dem Peridinium divergens zuwiesen und neuerdings auch Gourret[5]) auf Grund seiner, von Bütschli[6]) zwar bezweifelter Untersuchungen es ihnen darin gleich that, wodurch die Behauptung der beiden ersten Forscher eine gewisse Stütze erhalten hat. Auf der anderen Seite hat Pouchet[7]) dieselben

---

1) Stein, l. c.

2) Klebs, l. c. pag. 355.

3) Bergh, l. c.

4) Claparède u. Lachmann l. c.

5) Gourret c. l.

6) Bütschli l. c. pag. 988 u. ff.

7) Pouchet l. c.

Cysten der Gattung Gymnodinum zuweisen wollen, wofür er nach Bütschli's Ermessen auch keine ausreichenden Gründe erbringen konnte. Obwohl nun dieser dazu berufen war, aus den unveröffentlichten, aber sonst ganz vortrefflichen Arbeiten von Lieberkühn die gehörnten Cysten von *Ceratium hirundinella* zur Kenntniss weiterer Kreise zu bringen, so konnte er dennoch davon sprechen, dass es »wenig zweifelhaft ist, dass die des süssen Wassers zu Peridinium gehören«, als ob jener vorzügliche Beobachter seine Untersuchungen an anderen als an Süsswasserformen gemacht hätte. Meine Stellung zur Frage nach der Verbreitung dieser Erscheinung *innerhalb unserer Gruppe ist eine andere als diejenige meiner* Vorgänger. Ich halte es nämlich von vornherein für unmöglich, aus der Gestalt des eingeschlossenen Körpers ohne Weiteres auf die Gattung und die Art zu schliessen, welcher die vorliegende Form angehört. Solche Bemühungen wären ebenso fruchtlos, als wenn man einen durchgreifenden *Unterschied zwischen den Cysten irgend* einer grösseren Peridinie (Peridinium tabulatum, cinctum, bipes) und von Glenodinium uliginosum etwa aufsuchen wollte, um ihre Herkunft festzustellen. In solchem Zustande gleichen sie einander. Es ist dies ja nur dann möglich, wenn in der Form der Cyste sich die Körpergestalt unmittelbar wiederspiegelt, wie bei Ceratium hirundinella. Allein auch da kann man noch in Verlegenheit kommen, weil die Missbildungen, welche bei den Ceratien durchaus keine so seltene Erscheinung sind, in der Cyste auch ihren Ausdruck finden. Bei einem mir vorliegenden Falle war es durchaus nicht zu entscheiden, welcher Art die Cyste angehöre, denn ihre Herkunft liess sich ebensowohl auf Ceratium hirundinella als auch auf Ceratium cornutum zurückführen (vgl. Taf. X, Fig. 6). Das einzige, vielleicht noch brauchbare diagnostische Mittel giebt der Augenfleck *innerhalb des enggezogenen Formenkreises, wo er sich* findet, ab. Man kann wenigstens die durch seinen Besitz ausgezeichneten Glenodinien unter günstigen Umständen in der gehörnten Cyste wiedererkennen. Alle übrigen Veranstaltungen zur Bestimmung der so encystirenden Arten sind erfolglos, es sei denn, dass man die Bildung der Cyste von allem Anfang an verfolgen könnte, was in den seltensten Fällen gelingen mag, weil es durch ein zu frühzeitiges Absterben der Organismen vereitelt wird. Noch viel undankbarer ist das Abwarten, bis der ruhende Körper seine Hülle verlässt und in Bewegung übergeht. Ich habe die Cysten wochenlang in der feuchten Kammer gehalten, ohne bei ihnen die geringsten Veränderungen wahrzunehmen.

Aus allen mir gewordenen Andeutungen glaube ich entnehmen zu können, dass die Bildung der gehörnten Cysten nicht auf einzelne Gattungen und Arten beschränkt, sondern über die ganze Familie verbreitet ist. Ueber ihren Verlauf liegen bis jetzt nur einige Mittheilungen von Gourret vor, welche der Hauptsache nach eine richtige Darstellung davon liefern. Auch ich habe es mir angelegen sein lassen in das Wesen dieses Phänomens einzudringen, leider sind aber meine Untersuchungen sehr unvollständig geblieben; ich glaube aber demnach einen kurzen Bericht darüber hier aufnehmen zu sollen.

Die gehörnten Cysten werden während der ganzen Vegetationsperiode gebildet. Es scheint aber, als ob dies nicht zu allen Zeiten gleichmässig geschieht, sondern als wenn sie zeitweise massenhaft erzeugt werden könnten. Ich habe sie beispielsweise in keinem Monate häufiger beobachten können als im letzten September. Es gelang mir aber damals vorerst nicht eine ununterbrochene Beobachtungsreihe aufzustellen, sondern ich musste mich damit begnügen aus einzelnen Wahrnehmungen den Verlauf ihrer Bildung zu errathen. Ich fand nämlich um diese Zeit eine grosse Anzahl nackter Individuen, welche gerade im Begriff standen, sich zu gehörnten Cysten umzubilden. Leider konnte ich nicht erfahren, ob sie von Natur aus einer Hülle entbehrten oder durch eine Häutung ihrer verlustig gegangen waren. Die Furchung war grösstentheils verloren gegangen, die Dimensionen des Körpers blieben aber erhalten. Es traten alsdann helle Flecke, welche durch das Hervortreten des Protoplasmas entstanden waren, an nur einem oder den beiden Polen der Zelle auf, je nachdem sie die Form einer ein- oder zweihörnigen Cyste bekommen sollte. Ich habe zwar nur solche der letzteren Art hierbei entstehen sehen. An diesen Stellen bilden sich nun stumpf kegelförmige Erbebungen, welche an ihrer Spitze einen langen schmalen Fortsatz treiben (Taf. IX, Fig. 26). Der Körper beginnt sich etwas in die Länge zu strecken und krümmt sich dabei, sodass die beiden Enden nach einer Seite hin verlegt werden (Taf. IX, Fig. 27—29). Diese wachsen jetzt zu langgesteckten Hörnern aus, welche sich mit ihren feinen fadendünnen Endigungen an fremde Gegenstände im Wasser festheften. Da die Formbildung alle Stellen des Körpers ergreift und fast allenthalben gleichen Schritt hält, so schreitet auch die Bildung der Cystenwand über den ganzen Körper hin gleichmässig fort. Wenn sie ihr Ende erreicht hat, so zieht sich das Protoplasma aus den Hörnern zurück und der Körper rundet sich ab (Taf. IX, Fig. 30). Obschon ihm die Form der Cystenwand seine vollständige Rückkehr zu seiner ursprünglichen Gestalt nicht gestattet, so erlangt er dennoch seine Furchung wieder und tritt sogar unter günstigen Umständen in eine lebhafte Theilung ein. Die Wand der gehörnten Cysten besteht in chemischer Hinsicht aus dem nämlichen Stoff, wie alle übrigen bisher untersuchten Wandbildungen. Sie liefert bei der Behandlung mit Chlorzinkjod nur eine unvollständige Reaction auf Cellulose, indem sie dabei bloss eine schwach rothe Färbung annimmt.

Neben nackten habe ich um die gleiche Zeit auch beschalte Formen (Glenodinien) in der Umwandlung zu einhörnigen Cysten gesehen. Ihre Zellwand besass eine kleine Oeffnung, welche offenbar sich am einen

Pole befand und aus welcher das im Wachsthum begriffene Protoplasma als ein kleiner heller Höcker hervorsah. (Glenodinium cinctum Taf. IX, Fig. 31). Ich konnte nur leider nicht ausfindig machen, ob diese Stadien aus nackten Formen hervorgegangen sind, welche sich bis auf jene Stelle schon mit einer festen Hülle umkleidet haben, oder ob dort zum Austritt des Protoplasmas Theile der Wand von beschalten Formen abgestossen wurden. Vielleicht ist beides nebeneinander möglich. Das Protoplasma bildet nun wieder das Horn aus, welches mit der Hülle sich bekleidet und darauf zieht es sich zurück, um sich mit dem übrigen zu vereinigen zur Wiederherstellung der ursprünglichen Körperform (Taf. IX, Fig. 30).

Alle die bis dahin geschilderten Beobachtungen sind noch äusserst lückenhaft, wie das bei so ungünstigen Objecten kaum anders zu erwarten ist. Ihre Vervollständigung dürfte voraussichtlich nur mit den grössten Schwierigkeiten erreichbar sein. Ich hoffe jedoch selber einen kleinen Beitrag zur Erreichung dieses Zweckes im Folgenden liefern zu können. Ich war nämlich so glücklich, in Glenodinium cornifax (nova species) eine Form zu entdecken, welche zur Bildung von gehörnten Cysten ungemein geneigt ist. Sie trat im Monat November im Neudorfer Sumpf in grosser Menge auf. Es gelang mir, an ihr den ganzen Process von Anfang bis zu Ende in seinen Einzelheiten zu beobachten, ein Erfolg, welcher grösstentheils wohl der fabelhaften Geschwindigkeit, mit welcher er sich hier vollzieht, zuzuschreiben ist. Wenn man nämlich diese äusserst bewegliche Form, welche in Taf. X, Fig. 18 abgebildet ist, zwischen Objectträger und Deckglas bringt, so bewegt sie sich in der Regel eine ganze Weile ungestört im Wasser herum. Plötzlich erscheint aber an ihrem vorderen Pole ein heller Fleck, welcher durch das Hervortreten des bildungsfähigen Protoplasmas entsteht (Taf. IX, Fig. 32). Jetzt werden auch nach und nach die Bewegungen etwas langsamer und endlich legt sich der Körper nieder. Doch kaum ist das geschehen, so wird am vorderen Pole sogleich das nach einer Seite gewendete Horn hervorgetrieben (Fig. 2), die Bildung des hinteren Hornes folgt sofort auf dem Fusse nach (Fig. 3 u. 4). Der ganze Process ist das Werk eines Augenblickes. Die Furchung des Körpers ist währenddessen verschwunden, die Wand hat offenbar an der Veränderung, welche seine Gestalt erfahren hat, theilgenommen, denn sie ist äusserst fein und dehnbar. Da unter den gegebenen Umständen die Cystenbildung fern von fremden Gegenständen erfolgen kann, so drängt sich ohne Weiteres die Frage auf, wie sich denn die Cyste, welche ja nur zur ihrer Anheftung diese merkwürdige Form annimmt, aufhängt. Bei genauer Beobachtung zeigt sich nun, dass sie am Ende des vorderen Hornes ein strahlenförmiges Geflecht von feinen Fäden gebildet hat, mit welchem sie sich am Deckglas befestigt. Bei lebhaften Strömungen, welche man unter Umständen unter dem Deckglas ganz leicht hervorrufen kann, sieht man sie hin und her flottiren, ohne dass sie dabei von ihrer Anheftungsstelle losgerissen wird. Die Haftorgane sind keulenförmige Fäden, welche in grosser Anzahl von der Spitze des Hornes ausgehen, und sich an das Substrat anlegen. Sie scheinen unverzweigt zu sein. Mit Congoroth färben sie sich sehr lebhaft, was darauf hindeuten mag, dass sie aus Cellulose bestehen (Taf. IX, Fig. 5). Wenn die Bildung der Cyste beendigt ist, zieht sich der Plasmakörper alsbald wieder aus den Hörnern zurück und rundet sich ab. Er empfängt darauf seine Furchen wieder und geht unter Umständen auch in Theilung über.

Man kann nun aber auch die Beobachtung, ohne ein Deckglas aufzulegen, mit einer schwächeren Vergrösserung vornehmen. Man wird dabei stets die Wahrnehmung machen, dass der Körper sich in die unmittelbare Nähe von fremden Gegenständen, welche im Wasser von Teichen und Sümpfen immer vorhanden sind, begiebt und sein Horn dahin schickt, wo die Anheftung erfolgen soll.

Von den beiden im Süsswasser lebenden Ceratien ist nur Ceratium hirundinella bis jetzt unter die Formen zu rechnen, welche zur Bildung gehörnter Cysten befähigt sind. Diese merkwürdigen Dauerzustände wurden von Lieberkühn zum ersten Male gefunden und beschrieben. Stein[1]) kannte sie ebenfalls und hat sie in seinem Atlas abgebildet. Im Neudorfer Sumpfe habe ich sie auch angetroffen. Sie sind im Gegensatz zu den bisher betrachteten Cysten vierhörnig. Der eingeschlossene Körper besitzt einen unregelmässig vierseitigen Umriss. An den Ecken, den Stellen, wo sich im beweglichen Zustande die langausgezogenen Hörner befanden, trägt er massive, zapfenförmige Fortsätze, welche entweder gerade oder gekrümmt sind und stumpf endigen (Taf. X, Fig. 7).

Unter dem Schutze ihrer Hülle findet auch bei denjenigen Formen, welche in den gehörnten Cysten eingeschlossen sind, eine sehr lebhafte Theilung statt, bei welcher die Theilungsebene ebenfalls eine etwas geneigte Lage hat. In ihrem Verlaufe mag sie sich wohl von den früher betrachteten Vermehrungsweisen unterscheiden. Denn die merkwürdig geformte Cystenwand wird hier nicht in den Einschnürungsprocess mit hineingezogen, sondern dürfte von den beweglich gewordenen Sprösslingen ohne Weiteres verlassen werden. Unter welchen Umständen dies vor sich gehen kann, ist zur Zeit noch ganz unbekannt. Die Anzahl der in den Cysten angesammelten Theilsprösslinge wird von den einzelnen Autoren verschieden angegeben. Stein[1]) spricht von der Zwei- und Vierzahl, Claparède und Lachmann[2]) sogar von der Achtzahl. Ich habe bei meinen Untersuchungen niemals mehr als zwei Sprösslinge innerhalb der Cyste vorgefunden.

---

1) Stein, l. c.

2) Claparède u. Lachmann, l. c.

Der Vollständigkeit halber sei es mir gestattet, die Schilderung eines Theilungsvorganges hier anzuschliessen, welchen Schütt[1]) an einer marinen Form Peridinium acuminatum Ehrbg. = Goniodoma acuminatum Stein beobachtet hat. Er fand nämlich, dass der Weichkörper derselben sich von der Wand zurückzog und mit einer neuen Cystenwand umkleidete. Es gruppirten sich die Chromatophoren an den Polen und es erfolgte nach kurzer Zeit die Theilung des Körpers innerhalb der Cystenwand. Die beiden Tochterzellen waren anfangs durch den Druck, welchen ihre Umhüllung ihnen auferlegte, abgeplattet, oval und entbehrten vorerst noch jeglicher Differenzirung. Bald erhielten sie aber ihre Furchen und plötzlich sprengten sie die Cystenwand auseinander und schwärmten durch die entstandene Rissspalte, deren Stelle schon vorher durch eine knotenähnliche Verdickung der Wand angedeutet war, aus, wobei sie ihre definitive Gestalt herauszubilden strebten.

Der Forscher fasst nun die Cyste als ein Sporangium und die Theilsprösslinge als Schwärmsporen auf, weil hier, wie bei den Algen, die letzteren keine Aehnlichkeit mit der Mutterzelle haben. Ausserdem sollen auch theoretische Gründe für eine solche Auffassung sprechen.

Bis jetzt ist ein solcher Fall von Theilung in der Reihe der Süsswasserformen noch nicht beobachtet worden. Würde dies früher oder später geschehen, so wäre es nicht mehr möglich, den scharfen Unterschied zwischen den Theilungsweisen im vorübergehenden und im dauernden Ruhezustand festzuhalten, wie es bisher ohne irgend welchen Schwierigkeiten zu begegnen geschehen konnte.

Die Fortpflanzung der Peridineen besteht, soweit bis jetzt mit voller Sicherheit festgestellt werden konnte, nur in vegetativer Vermehrung durch Zweitheilung. Es liegen aber auch einige Mittheilungen über beobachtete Fälle von Copulation und Conjugationsvorgängen vor, welche noch der Bestätigung von anderer Seite bedürfen.

An früherer Stelle wurde schon vorübergehend die Vermuthung ausgesprochen, dass die von Stein[2]) beobachtete Copulation von Glenodinium pulvisculus und anderen Formen als unvollständige Theilung aufzufassen sei. Indessen wurden in neuerer Zeit wieder von sehr beachtenswerther Seite Beobachtungen von Copulation bei Glenodinium cinctum mitgetheilt, welche an dieser Stelle auf keinen Fall übergegangen werden dürfen. Professor Askenasy[3]) hat nämlich bemerkt, wie sich zwei

---

1) Fr. Schütt, Ueber die Sporenbildung mariner Peridineen, Ber. d. Bot. Ges. Bd. V. 42, 1888.

2) Stein, l. c.

3) Bütschli, Einige Bemerkungen l. c.

wahrscheinlich nackte Individuen, von denen das eine mit seinem hinteren, den Augenfleck tragenden Pol an dem vorderen des anderen anhaftete, längere Zeit in festem Zusammenhang miteinander im Wasser herumbewegten, wobei sie sich mitunter auch wieder voneinander lossrissen, um sich womöglich an andere Individuen anzuhängen. Während sich die Verbindung, welche so geschieht, dass die verschmolzenen Individuen seitlich etwas übereinander verschoben erscheinen, sich inniger gestaltet, gelangt die jetzt mit einer doppelt contourirten Wand ausgestattete Zygote zur Ruhe. Sie hat eine bisquittförmige Gestalt angenommen und besitzt zwei Zellkerne, sowie zwei Augenflecke. Der eine Augenfleck liegt gewöhnlich nahe an der Verbindungsstelle der beiden Individuen. Ueber das fernere Schicksal der Zygoten hat Askenasy nichts ermitteln können.

Da aus dieser Darstellung nicht zu entnehmen ist, ob sie auf einer ununterbrochenen Beobachtungsreihe beruht oder aus einzelnen Wahrnehmungen combinirt wurde, ist es auch sehr schwierig, sich ein Urtheil darüber zu bilden, welchen Werth man ihr beimessen darf. Wenn letzteres zuträfe, so wäre es denkbar, dass Askenasy Erscheinungen miteinander in Beziehung gebracht hat, welche nichts miteinander zu schaffen haben. Wenn man namentlich morgends sich die beweglichen Individuen in einem Uhrglase nach der Lichtseite hin ansammeln lässt, kann man sehr häufig beobachten, dass einzelne derselben sich einander nähern und auf kurze Strecken miteinander umherschwimmen. Ich habe sie sich stets wieder trennen sehen. Eine Verschmelzung konnte ich niemals wahrnehmen. Diejenigen Individuen, welche Askenasy als die Producte der Copulation ansieht, sind nach meiner Ansicht nichts weiter als Theilungsstadien, welche vor ihrer Trennung schon in den beweglichen Zustand übergegangen sind und sich ebenfalls an der Lichtseite angesammelt haben. Wenn diese in ungünstige Lebensbedingungen kommen, welche in der feuchten Kammer nach kürzester Zeit schon eintreten, gehen sie sofort in den Ruhezustand über, wobei sie ihre oval- bis lemniscaten-förmig umschriebene Gestalt wieder annehmen.

Nach allen meinen Erfahrungen, welche ich mir gerade an Glenodinium cinctum sammeln konnte, glaube ich, einigen Zweifel in die Richtigkeit der Askenasy'schen Beobachtungen setzen zu dürfen.

Mindestens ebenso zweifelhaft ist der Conjugationsvorgang, welchen Joseph[1]) an einer sonst noch gar nicht beschriebenen Form Peridinium stygium beobachtet haben will.

Es sollen sich nämlich bei diesem Process die conjugirenden Individuen einander nähern und durch Protoplasma, welches aus den beiderseitigen Geisselspalten austritt, in Berührung miteinander treten. Nach einigen Stunden trennen sie sich wieder voneinander und gehen in den Ruhezustand über. Ihre Kerne sollen nunmehr eine weitgehende Umgestaltung erfahren, indem sie, seien sie nun einfach oder getheilt, auf Kosten des Protoplasmas sich vergrössern, bis der ganze Körper davon erfüllt ist. Durch den Zerfall der Zellhülle werden alsdann die bisher eingeschlossen gewesenen Kugeln, welche sich mit einer neuen Hülle umgeben haben, frei. Die weitere Entwickelung nimmt nun einen abweichenden Verlauf je nachdem eine einzige Kugel oder deren zwei gebildet wurden. Im ersteren Falle soll der ganze Inhalt der Kugel sich in zahlreiche Bläschen auflösen, welche durch Zerreissen ihrer Umhüllung frei werden und zu jugendlichen Peridinien heranwachsen. Im letzteren Falle sollen dagegen aus den beiden Kugeln unmittelbar zwei neue Individuen hervorgehen, was also einer gewöhnlichen Theilung gleichkäme.

---

[1]) Joseph, l. c.

Ueber den Werth dieser von Joseph gegebenen Mittheilung hat sich schon Bütschli sehr bestimmt ausgesprochen. Auch ich muss gestehen, dass mir die geschilderten Vorgänge ebenfalls sehr zweifelhaft erscheinen.

Die Beschreibung der Süsswasserperidineen.

Die im Süsswasser lebenden Peridineen bilden nur einen Bruchtheil der kleinen, aber scharf begrenzten Familie, welche im Meere ihre grösste Entfaltung sowohl in der Mannigfaltigkeit der Formen als auch in der Arten- und Individuenzahl erlangt. Sie umfassen nämlich von den ca. 28 Gattungen, welche zusammen 100 Arten in sich vereinigen, im Ganzen nur sechs Gattungen mit ungefähr zwanzig Arten, wovon nur eine einzige Hemidinium mit einer Art ausschliesslich dem Süsswasser angehört, während die übrigen fünf auch im Meere vertreten sind. Es bleiben somit 22 Gattungen auf dieses allein beschränkt.

Es scheint aus dieser Vertheilung hervorzugehen, dass die ganze Familie ursprünglich dem Meere angehört hat und dass die wenigen Süsswasserformen bei der Festlandsbildung im Binnenlande zurückgeblieben sind.

Was die systematische Stellung der letzteren anbelangt, so lassen sie sich sämmtlich mit der überwiegenden Mehrzahl der Meeresformen in die Abtheilung der Diniferen (Bergh) einreihen, welche im Gegensatz zu den furchenlosen Adiniden (mit ihrem einzigen Vertreter Prorocentrum) durch den Besitz einer oder mehrerer Furchen zur Aufnahme der Quergeissel ausgezeichnet sind. Mit alleiniger Ausnahme der Gattung Amphidinium, deren Stellung noch sehr unsicher ist, müssen sie mit ihren marinen Verwandten in die Familie der Peridiniden zusammengefasst werden, welche zum Unterschied von den die Querfurche am Vorderende tragenden Dinophysiden und den mit zahlreichen Querfurchen versehenen Polydiniden (mit ihrem einzigen Vertreter Polykrikos) nur eine einzige Querfurche in der Mitte des Körpers besitzen.

Wie bereits bemerkt wurde, umfassen sie nur sechs Gattungen, welche in mehr oder minder grosser Artenzahl die Seen, Sümpfe, Gräben und Tümpel bevölkern, nämlich

Hemidinium
Gymnodinium
Amphidinium
Glenodinium
Peridinium
und Ceratium.

Deren Beschreibung soll den Gegenstand des folgenden Abschnittes bilden.

Hemidinium.

Stein 1878. (Klebs 1883 und Bütschli 1884/85).

Der Bau der hierhergehörigen Formen ist vollkommen asymmetrisch. Der Körper ist etwas in die Länge gestreckt, an den Enden abgerundet und auf der Rücken- und Bauchseite sehr stark abgeplattet. Die Querfurche entspringt auf der Mitte der Bauchseite, zieht um die linke Körperhälfte in mässig abwärts steigendem Verlauf herum, und endigt in der Mitte der Rückenfläche. Die Längsfurche beginnt an der gleichen Stelle und setzt sich dann in der Richtung der Längsachse durch die ganze hintere Körperhälfte fort. Sie bildet anfangs eine seichte Vertiefung, welche in ihrem ferneren Verlauf in einen deutlichen Einschnitt übergeht.

Den Körper umkleidet eine äusserst feine Zellwand, welche jeglicher Structur zu entbehren scheint. Klebs[1]), welcher sie zum ersten Male nachgewiesen hat, will an ihr eine feinkörnige, zuweilen sogar feinstreifige Structur bemerkt haben. Wegen ihrer geringen Widerstandsfähigkeit ist sie nicht auf plasmolytischem, sondern nur auf mikrochemischem Wege erkennbar. Sie färbt sich mit Chlorzinkjod schwarzblau und hebt sich alsdann um so deutlicher ab, weil der Protoplasmakörper in der Regel dabei noch etwas contrahirt wird.

Die Chromatophoren sind von kleiner plattenförmiger Gestalt und von hellgelber bis braunrother Farbe. Sie liegen in äusserst gleichmässiger Vertheilung in den peripherischen Theilen des Protoplasmas.

Die hierhergehörigen Formen sind klein.

Die Gattung Hemidinium ist von allen die einzige, welche ausschliesslich im Süsswasser vorkommt. Bis jetzt zählt sie nur eine einzige Art:

Hemidinium nasutum Stein (Taf. X. Fig. 8), deren Eigenschaften bereits als Charactere der Gattung aufgezählt wurden. Sie findet sich in allen Teichen und Sümpfen in mehr oder minder beträchtlicher Individuenzahl. Wegen ihrer Kleinheit wird sie sehr leicht übersehen. Sie ist nämlich nur 24,75 μ (0,02475 mm) lang und 16,71 μ (0,01671 mm) breit,

---

1) Klebs l. c.

wie meine Messungen ergeben haben. Es schien mir aber, als ob die Grössenverhältnisse dieser Formen Schwankungen innerhalb gewisser Grenzen unterworfen seien.

Gymnodinium.

Stein 1878. (Bergh 1881. Kent 1880/81. Klebs 1883. Pouchet 1883. Gourret 1883. Bütschli 1883/84).

Der Bau dieser Formen ist bis auf einige wenige Ausnahmen nahezu bilateral symmetrisch. Die Gestalt des Körpers ist kugelig oder etwas in die Länge gestreckt. Die beiden Pole sind meist mehr oder minder stumpf zugerundet, in einzelnen Fällen wohl auch zugespitzt. Die dorsiventrale Abplattung ist in der Regel nur gering. Die Querfurche umzieht den Körper ringsum in einem gewöhnlich mehr oder weniger steilen rechtsschraubigem Verlauf, worin ein wesentliches Characteristicum für diese Gattung liegt. Die Längsfurche ist vorzugsweise auf die hintere Körperhälfte beschränkt, bei einzelnen Formen zieht sie auf eine kurze Strecke in die vordere Körperhälfte hinein. Sie läuft als eine seichte Rinne nach dem hinteren Körperpole, wobei sie die Richtung der Längsachse einhält.

Im beweglichen Zustande entbehrt der Körper einer jeglichen Umhüllung, er ist vollkommen nackt, scheidet aber eine schleimige Schutzhülle aus, sobald er mit schädlich wirkenden Lösungen in Berührung kommt.

Die Chromatophoren fehlen einzelnen Formen, wie Gymnodinium vorticella und hyalinum ganz und gar. Wo sie aber vorhanden sind, besitzen sie die Form kleinerer oder grösserer polygonaler oder abgerundeter Platten von gelb- bis rothbrauner, selten von spahngrüner Farbe und bilden einen dichten Beleg unmittelbar unter der Hautschicht oder sind in einem gewissen Abstand von ihr angehäuft.

Einzelne Arten besitzen in der Längsfurche einen deutlichen Augenfleck.

Im ruhenden Zustande bilden die Angehörigen dieser Gattung bei der wärmeren Jahreszeit schleimige und bei der kälteren feste Cystenhüllen. Bei einer einzigen Form Gymnodinium palustre wurden zur gleichen Zeit die Bildung beiderlei Arten von Hüllen beobachtet. Die hierher gehörigen Formen sind mittelgross bis klein.

Im Ganzen sind bis jetzt acht Arten bekannt geworden, wovon einzelne leider noch sehr unsicher sind. Bis auf Gymnodinium Vorticella und pulvisculus habe ich sie alle gefunden und sogar einige wenige Formen entdeckt, welche bis jetzt noch nicht beschrieben worden sind.

Gymnodinium fuscum Stein. (Taf. X. Fig. 9).

Der Körper dieser Form besitzt eine mehr oder weniger langgestreckte, dorsiventral immer etwas abgeplattete Gestalt. Durch die Querfurche zerfällt er in zwei annähernd gleiche Hälften. Die vordere läuft nach oben hin etwas zu und endigt in einem stumpf abgerundeten Scheitel.

Die hintere verjüngt sich dagegen sehr rasch und läuft in eine Spitze aus. Die Querfurche zieht um den Körper in einer Schraubenlinie herum. Die Längsfurche, welche nach Klebs in die vordere Körperhälfte etwas hineinreichen soll, geht von der Querfurche aus als eine seichte Rinne in der Richtung der Längsachse bis zum hinteren Körperende.

Die Chromatophoren sind kleine gelbbraun gefärbte Scheiben, welche in den peripherischen Schichten des Protoplasmas vertheilt sind.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Im Ruhestadium bildet es eine Schleimhülle von grossem Umfang. Die Bildung einer festen Hülle ist hier noch nicht beobachtet worden.

Es ist im Allgemeinen nicht selten, in der Umgebung von Basel fehlt es auffallender Weise.

Gymnodinium aeruginosum Stein. (Taf. X. Fig. 10).

Diese Form hat eine längliche Gestalt und ist ebenfalls auf der Rücken- und Bauchfläche etwas abgeflacht. Sie besitzt eine Länge von 33,75 μ (0,03375 mm) und eine Breite von 21,69 μ (0,02169 mm). Die beiden Körperhälften sind einander nahezu gleich. Die vordere wie die hintere schnüren sich an der Querfurche etwas ein, um nach den Enden hin sich stumpf abzurunden. Die Querfurche fällt ungefähr in die Mitte des Körpers und läuft um diesen ganz herum. Sie ist etwas steil angelegt. Die Längsfurche, welche ebenfalls ein kleines Stück in die vordere Körperhälfte hineinzureichen scheint, zieht in der Richtung der Längsachse bis zu dem etwas verbreiterten Hinterende, wo sie in eine deutlich erkennbare Rinne übergeht. Eine Wand ist niemals im beweglichen Zustande nachweisbar. Zum Schutz gegen schädlich wirkende Agentien umkleidet sich der Körper mit einer umfangreichen Gallerthülle.

Die Chromatophoren haben die Gestalt von äusserst kleinen runden Scheiben, welche in dichten Massen nicht unmittelbar unter der Körperoberfläche, sondern in einem gewissen Abstande davon angesammelt sind. Man beobachtet daher stets zu äusserst einen Rand von farblosem Protoplasma, was Bergh dazu geführt hat, bei derartigen Formen eine Differenzirung des Zellinhaltes in ein Ecto- und Endoplasma anzunehmen.

Ihre Farbe ist spahngrün, ähnlich derjenigen der Phycochromaceen.

Ein Augenfleck ist nicht zu bemerken.

Bei der Bildung von Dauerzuständen werden sowohl schleimige als auch feste Hüllen ausgeschieden. Letzteres geschieht nur beim Eintritt der kälteren Jahreszeit. Es findet sich fast allenthalben in ziemlich grosser Individuenzahl.

Gymnodinium Vorticella Stein.

Diese Form ist mir aus Autopsie nicht bekannt. Stein, welcher sie entdeckte, hat uns eine Zeichnung von ihr hinterlassen. Aus derselben ist zu ersehen, dass die beiden Körperhälften ungleich gross sind. Die Querfurche ist nämlich sehr weit nach dem hinteren Pole hin gerückt, so dass die Vorderhälfte zwei und die Hinterhälfte ein Drittel der ganzen Körpergrösse auszumachen scheint. In ihrer unmittelbaren Nähe verbreitert sich jene etwas und bildet infolge dessen einen stark ausspringenden Furchenrand, von welchem aus sie sich nach oben hin verjüngt, um in einen stumpfen Scheitel zu enden. Ihr Aussehen ist also helmförmig. Diese bleibt aber ihr gegenüber klein und unscheinbar, weil sie sehr verkürzt und stumpf abgerundet ist. Die Querfurche, welche sehr vertieft erscheint, umzieht den Körper ringsum und ist schraubig angelegt. Die Längsfurche, welche auf eine kurze Strecke in die vordere Körperhälfte hineinreicht, bildet eine in der Längsachse verlaufende, deutliche Rinne, welche bis zum Endpol reicht.

Sie ist durchaus farblos.

In der Längsfurche liegt ein lebhaft rother Augenfleck.

Stein hat diese Form auch im encystirten Zustande gezeichnet. Hiernach würde sie eine feste Cystenhülle bilden.

Gymnodinium pulvisculus Klebs.

Die von Klebs[1]) in der Umgebung von Tübingen beobachtete Form ist mir leider in den Sümpfen, welche ich im Interesse dieser Arbeit durchsucht habe, nicht begegnet. Soweit aus der vorliegenden Beschreibung zu entnehmen ist, besitzt sie einen breit ovalen Körper, welcher durch die Querfurche in zwei ziemlich gleiche Hälften zerlegt wird, von denen die vordere nach dem Ende hin verschmälert und die hintere breit abgerundet ist. Eine Längsfurche soll ihr ganz und gar abgehen, was um desswillen eine besondere Beachtung verdient, weil bis dahin ein solcher Fall noch niemals beobachtet worden war.

Gymnodinium palustre (nova species). (Taf. X. Fig. 11).

Diese in den Sümpfen von Neudorf und Dornach sehr verbreitete Form besitzt eine Länge von 44,17 μ (0,04417 mm) und eine Breite von 37,5 μ (0,0375 mm). Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die beiden Körperhälften von ungleicher Grösse sind. Dies hat seinen Grund darin, dass auch hier die Querfurche etwas nach dem hinteren Pole gerückt ist. Nachdem die Vorderhälfte den einen etwas ausspringenden Furchenrand gebildet hat, verschmälert sie sich ein wenig nach vorn, wo sie alsdann in einen stumpfen Scheitel endigt. Die Hinterhälfte liefert den anderen Furchenrand. Sie ist breit abgerundet, wobei die linke Seite etwas stärker entwickelt erscheint, als die rechte. Die Querfurche ist schwach rechtsschraubig. Die Längsfurche zieht von dieser aus bis zum hinteren Körperende und bildet eine tiefe Rinne, welche als ein deutlicher Einschnitt an der Basis auf der Bauchseite erkennbar ist.

---

[1]) Klebs l. c.

Eine feste Umhüllung ist im beweglichen Zustande niemals nachweisbar, jedoch neigt sich auch diese Form zur Gallertbildung, sobald schädliche Stoffe auf sie wirken.

Sie besitzt gelb- bis dunkelbraune Chromatophoren, welche in dichten Massen unmittelbar unter der Hautschicht liegen.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Bei ihrer Versetzung in den Ruhezustand bildet sie zur gleichen Zeit Cysten mit schleimigen und festen Hüllen.

Gymnodinium carinatum (nova species). (Taf. X. Fig 12).

Diese Form wurde ebenfalls in den Sümpfen von Neudorf, aber nur in einigen wenigen Exemplaren aufgefunden. Sie besitzt eine Länge von 39,7 μ (0,0397 mm) und eine Breite von 34,5 μ (0,0345 mm). Durch die Querfurche wird ihr Körper in zwei gleiche Hälften zertheilt, von denen die vordere breit abgerundet und die hintere bis zu dem abgestumpften Pole etwas verschmälert ist. Die seichte Querfurche umzieht ihn in einer kaum ansteigenden Schraubenlinie. Die Längsfurche, welche in dieser ihren Ursprung nimmt, vielleicht sich aber auch noch eine kurze Strecke in die Vorderhälfte hineinziehen mag, verläuft in der Längsachse. Durch eine hohe Leiste auf ihrer linken Seite wird jedoch der Schein erweckt, als ob sie in einem nach rechts gewendeten Bogen zum Endpole hinliefe. Auf der Scheitelansicht wird die Leiste erst deutlich erkennbar.

Von einer Umhüllung ist nichts zu bemerken.

Die hell- bis dunkelbraunen Chromatophoren, welche hier als ziemlich grosse Scheiben ausgebildet sind, sind in geringer Menge in der Mitte des Körpers angehäuft. Es ist deshalb hier ebenso wie bei Gymnodinium aeruginosum eine ziemlich bedeutende Schicht farblosen Protoplasmas unter der Hautschicht zu beobachten.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Ueber die Bildung von Ruhezuständen konnte noch nichts ermittelt werden. Es verdient vielleicht noch bemerkt zu werden, dass diese Form, abgesehen von ihrem sehr charakteristischen Körperbau, durch ihre schwerfälligen Bewegung sehr leicht von allen übrigen unterschieden werden kann.

Gymnodinium paradoxum (nova species). (Taf. X. Fig. 13).

Diese Form wurde gleichzeitig mit der vorigen im Neudorfer Sumpfe beobachtet. Sie misst 36,8 μ (0,0368 mm) in der Länge und 34,5 μ (0,0345 mm) in der Breite. Ihre Gestalt ist vollkommen kugelig. Die Querfurche ist als eine kaum bemerkbare Rinne angedeutet, während die Längsfurche ganz zu fehlen scheint. Es ist daher sehr schwierig, ihre Zugehörigkeit zu dieser Gruppe sofort zu erkennen und gelingt eigentlich nur durch das Studium der Bewegungsorgane mit voller Sicherheit.

Eine Umhüllung ist nicht vorhanden.

Die Chromatophoren sind von dunkel rothbrauner Farbe und sind in der Mitte des Körpers angehäuft.

Ein Augenfleck befindet sich unterhalb des Geisselansatzes.

Die Bildung von Ruhezuständen konnte bisher noch nicht beobachtet werden.

Es theilt mit der vorigen Form die Schwerfälligkeit der Bewegung.

Gymnodinium hyalinum (nova species). (Taf. X. Fig. 14).

Diese typische Form wurde im verflossenen Herbste in den Teichen des botanischen Gartens zu Basel beobachtet. Sie ist 23,6 μ (0,0236 mm) lang und 20,7 μ (0,0207 mm) breit und hat einen breit ovalen Umriss. Im Gegensatz zu allen bisher betrachteten Gymnodinien zeigt sie einen vollkommen asymmetrischen Bau. Die Querfurche hat hier nämlich einen ungewöhnlich steilen Verlauf, denn sie beginnt in der Nähe des vorderen Poles, wendet sich nach rechts, läuft hierauf über den Rücken hinweg und erreicht ungefähr in der Mitte der Bauchseite ihr Ende. Sie scheint sehr tief zu liegen, da ihr vorderer Rand sich wie bei Gymnodinium Vorticella sehr stark hervorwölbt. Die Längsfurche bildet eine schwache Vertiefung, welche von der Körpermitte ausgeht und in der Richtung der Längsachse bis zum hinteren Pole zieht.

Eine feste Umhüllung ist nicht nachweisbar. Ich konnte mich aber des Eindrucks nicht erwehren, als ob die Hautschicht dieser Art sich gegen Chlorzinkjod widerstandsfähiger verhält als diejenigen aller übrigen.

In dem Protoplasmakörper befinden sich keine Chromatophoren, dagegen beobachtet man darin Haufen von kleinen Körnern, welche sich bei genauerer Untersuchung als Stärke erwiesen. Die Bildung von gelben und rothen Oeltropfen scheint ganz zu unterbleiben.

Ein Augenfleck ist in der Längsfurche als ein lebhaft rothgefärbter Punkt sichtbar.

Soweit sich feststellen liess, werden bei dem Uebergang des beweglichen Körpers in den Zustand der Ruhe feste Hüllen ausgeschieden, unter deren Schutz sehr häufig Theilungen stattfinden.

Gymnodinium pusillum (nova species). (Taf. X. Fig. 15).

Diese neue in den Sümpfen von Neudorf vorkommende Art ist bis jetzt der kleinste bekannte Vertreter dieser Gattung. Sie misst 23,0 μ (0,023 mm) in der Länge und 18,4 μ (0,0184 mm) in der Breite. Sie ist deshalb bisher immer übersehen worden. Ihr Körperbau stimmt im Wesentlichen mit dem der vorigen Species überein. Er ist ebenfalls asymmetrisch. Die Querfurche entspringt in der Nähe des vorderen Poles und läuft in rechtsläufiger Schraubenlinie bis zur Mitte der Bauchseite. Die Längsfurche zieht von da ab als eine feine Rinne bis zum hinteren Pole.

Eine Umhüllung war auch mit Chlorzinkjod nicht nachweisbar.

Die hellgelb gefärbten Chromatophoren sind verhältnissmässig gross und nicht sehr zahlreich. Sie liegen unmittelbar unter der Körperoberfläche.

In der Längsfurche liegt ein runder hellroth gefärbter Augenfleck.

Bei der Bildung von Dauerzuständen wird, soweit bis jetzt festgestellt werden konnte, eine feste Hülle ausgeschieden.

Amphidinium.

Claparède und Lachmann 1858 (Bergh (Sprengel) 1882. Stein 1883. Klebs 1884. Pouchet 1883).

Die Gattung Amphidinium haben die beiden trefflichen französischen Naturforscher Claparède und Lachmann[1]) im Jahre 1858 begründet. Im System wiesen sie ihr zwischen den beiden marinen Gattungen Prorocentrum und Dinophysis ihren Platz an. Stein versuchte sie alsdann später mit einer grösseren Reihe von marinen Gattungen zu einer Familie zu vereinigen, welche er nach ihrem Hauptvertreter Dinophysis mit dem Namen Dinophysida belegte. Diese sollte durch die Lage der Querfurche vor der Körpermitte und den Besitz einer zweiklappigen Hülle characterisirt sein. Da nun aber die Gattung Amphidinium hinsichtlich des letzten Punktes von allen denen, mit welchen man sie am nächsten verwandt hielt, erheblich abweicht, so wurde im Laufe der Zeit der Versuch gemacht, sie an einem passenderen Platze unterzubringen. In seinen ersten Arbeiten hatte zwar Bergh[2]) noch an der bisherigen Auffassung festgehalten, bald nachher sah er sich aber durch die Mittheilungen Dr. Sprengels[3]) veranlasst, sie seinen Gymnodiniden beizugesellen, weil sie eine nachweisbare Zellhülle nicht besitzt. Wenn nun auch inzwischen Bütschli[4]), obschon mit Zögern, sich dennoch entschlossen hat, sie wieder an ihren ursprünglichen Platz bei den Dinophysiden zurückzuversetzen, so glaube ich ihm in diesem Stücke um desswillen nicht folgen zu sollen, weil mir ihre Stellung bei der Gattung Gymnodinium entschieden zweckmässiger erscheint.

Der Bau der hierhergehörigen Organismen ist fast bilateral symmetrisch. Der Körper besitzt eine etwa ei- bis kugelförmige Gestalt. Die dorsiventrale Abplattung ist vorhanden und zum Theil stark ausgeprägt. Durch die Querfurche wird er in zwei Theile von ungleicher Grösse zerlegt. Der vordere ist sehr klein und hat die Form eines Knopfes oder eines Deckels. Der hintere ist dafür umso grösser und kugelig abgerundet. Die Querfurche, welche rings um den Körper herumzieht, befindet sich nahe an dem vorderen Pole. Die Längsfurche dehnt sich auf den ganzen ventralen Theil des Hinterkörpers aus. Sie soll allem Anscheine nach einer Erweiterung und Verengerung fähig sein. Eine Verbindung zwischen

---

1) Claparède & Lachmann l. c.

2) Bergh l. c.

3) R. S. Bergh, Ueber die systematische Stellung der Gattung Amphidinium. Claparède & Lachmann, Zoolog. Anz. 1882. pag. 693.

4) Bütschli, Protogoa (l. c.).

den beiden Furchen soll hier nicht bestehen, was zuerst von Claparède und Lachmann beobachtet und wie Bergh behauptet, durch die in seinen Händen befindlichen Abbildungen Sprengels wieder von neuem bestätigt wurde.

Betreffs der Umhüllung des Körpers stehen sich zwei Meinungen gegenüber. Stein behauptet, dass eine solche in Form einer sehr feinen Hülle, welche in der Längsfurche unterbrochen sein soll, vorhanden sei. Nach den Angaben Sprengels soll keine Spur von einer Membran nachzuweisen sein.

Die Chromatophoren besitzen in der Regel die Gestalt von längeren oder kürzeren Bändern. Ihre Farbe ist braun bis grün. Gewöhnlich lagern sie sich in strahliger Anordnung um einen centralen Amylonkern.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Der hufeisenförmig gestaltete Kern liegt in dem hinteren Theile des Körpers. Soviel aus den Abbildungen Stein's zu entnehmen ist, werden bei der Encystirung Cysten mit fester Hülle gebildet.

Die hierhergehörigen Formen sind klein bis sehr klein und können darum sehr leicht übersehen werden.

Die Gattung umfasst nur zwei Arten, wovon die eine Amphidinium operculatum im Meere und die andere Amphidinium lacustre im Süsswasser lebt.

Amphidinium lacustre Stein.

Es wurde in den Neudorfer Sümpfen nur ganz vorübergehend beobachtet. Bei dieser Gelegenheit wurde seine Körpergrösse festgestellt. Es misst 23 μ (0,023 mm) in der Länge und 18,4 μ (0,0184 mm) in der Breite. Der Körper hat eine kugelige Gestalt und theilt im Wesentlichen alle jene Eigenschaften, welche in der Gattungscharacteristik bereits angegeben wurden. Der vordere Theil ist also auf ein kleines knopfförmiges Gebilde reducirt und der hintere bedeutend grösser und von ovaler Form. Die Querfurche befindet sich somit ganz nahe am apicalen Pole. Die Längsfurche ist ohne Verbindung mit ihr und dehnt sich nur auf den ventralen Theil des Hinterkörpers aus. Sie zeichnet sich zum Unterschied von derjenigen der marinen Form durch einen leistenförmigen Vorsprung an ihrem rechten Rande aus.

Die Chromatophoren besitzen eine braune Farbe.

Ein Augenfleck ist nicht zu beobachten.

Bei der Cystenbildung umgibt sich der Körper mit einer festen Hülle.

Stein¹) fand das Amphidinium lacustre in dem Wolschauer Teich bei Prag. Daday²) berichtet, es in den Salzteichen von Ungarn beobachtet

---

1) Stein l. c.

2) E. v. Daday, Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 40. 1884.

zu haben. Es würde dieses Vorkommen auf eine gewisse Neigung für die marine Lebensweise bei dieser Form hindeuten.

Glenodinium.

Ehrenberg emend. Stein 1883 (Bergh 1881. Klebs 1883. Bütschli 1885. Pouchet 1883).

In dieser Gattung sind Formen vereinigt, welche einen beinahe bilateral symmetrischen Bau besitzen. Ihre Gestalt ist kugelig bis langgestreckt. Die Pole sind in der Regel stumpf abgerundet. In seltenen Fällen findet man den einen davon zugespitzt. Die dorsiventrale Abplattung ist mehr oder weniger stark ausgesprochen. Die Querfurche umzieht den Körper in Form einer rechtsläufigen Schraubenwindung von geringer Steighöhe. Die Längsfurche nimmt ihren Ursprung in der vorderen Körperhälfte unfern der Querfurche, durchkreuzt diese hierauf und setzt sich in der Längsachse bis zum Endpole fort, wo sie als eine seichte Rinne zu bemerken ist. Auf der Scheitelansicht erscheint daher der Körper nierenförmig. Die Zellwand ist auf der Oberfläche vollständig glatt. Bis jetzt wurde nur in ganz vereinzelten Fällen eine Täfelung wahrgenommen. Im Uebrigen erweist sie sich je nach ihrer Ausbildung mehr oder weniger derb und zeigt zumeist eine unvollständige Zellstoffreaction.

Die Chromatophoren sind kleine rund oder polygonal gestaltete Platten, welche in grosser Zahl unmittelbar unter der Hautschicht gelegen sind. Ihre Farbe ist gelb- bis schwarzbraun. Nur bei der einen Art Glenodinium oculatum sind bis jetzt grüne Farbstoffkörper beobachtet worden.

Bei einzelnen Formen finden sich Augenflecke in der Längsfurche.

Bei der Encystirung bekleiden sie sich mit einer neuen structurlosen Zellwand unter Abwerfung ihrer ursprünglichen Hülle. Manche bilden gehörnte Cysten.

Die hierhergehörigen Formen sind mittelgross bis klein.

Im Ganzen sind sechs Süsswasserformen bekannt, wovon drei bis jetzt noch unbeschrieben sind.

Glenodinium cinctum Ehrbg.

Es besitzt eine kugelige oder etwas in die Länge gestreckte Gestalt. Seine Länge beläuft sich auf 43,4 μ (0,0434 mm). Die beiden Körperhälften sind von annähernd gleicher Grösse. Sie bilden beide um die Querfurche einen hervortretenden Rand und verjüngen sich etwas nach den Polen, wovon der hintere etwas breiter abgerundet ist als der vordere. Die Querfurche geht um den ganzen Körper herum und ist schwach rechtsschraubig angelegt. Die Längsfurche, welche etwas in die Vorderhälfte hineinzieht, läuft durch die ganze Hinterhälfte bis zum Endpole, wo sie eine tiefe Rinne bildet und dem Körper auf der Scheitelansicht einen nierenförmigen Umriss gibt.

Die Zellwand bildet eine dünne und biegsame Hülle um den ganzen Körper, welche sich bei der Plasmolyse des Zellenleibes in einzelne Falten legt. Gelinder Druck auf das Deckglas dehnt sie mit dem Körper aus und sie zieht sich auch wieder zusammen, sobald derselbe nachlässt. Aus dem gleichen Grunde verschwindet auch die Querfurche, wenn der Körper aus dem beweglichen in den ruhenden Zustand übergeht. In chemischer Beziehung setzt sie sich aus Cellulose zusammen, welche nur zum Theil auf die Behandlung mit Jodpräparaten die bezeichnenden Reactionen ergibt.

Die Hülle ist in der Regel glatt auf ihrer Oberfläche. Eine Täfelung wurde bis jetzt nur von Klebs in einem einzigen Falle wahrgenommen.

Die Chromatophoren sind kleine runde Platten von gelbbrauner Farbe, welche in den peripherischen Theilen des Protoplasmas so vertheilt zu sein pflegen, dass sie in der Aufsicht strahlig angeordnet erscheinen.

In der Längsfurche nahe am Geisselansatz befindet sich ein grosser hufeisenförmiger Augenfleck von lebhaft rother Farbe.

Bei der Cystenbildung streift der Körper seine ursprüngliche Zellwand in der Regel ab und bekleidet sich unterdessen wieder mit einer neuen, wobei er die Gestalt einer Kugel annimmt. Die Bildung von gehörnten Cysten ist bei dieser Form zweifellos.

Glenodinium cinctum ist eine der verbreitetsten Peridineen. Sie fehlt fast in keinem Sumpfe.

Glenodinium uliginosum (nova species). (Taf. X. Fig. 16).

Diese Art scheint bisher noch nicht beobachtet und beschrieben zu sein, obgleich sie verhältnissmässig sehr verbreitet ist.

Sie ist von kugeliger Gestalt und besitzt eine Länge von 38,25 μ (0,03825 mm) und eine Breite von 30,48 μ (0,03048 mm). Die beiden Körperhälften sind nicht von gleicher Grösse, denn die Querfurche befindet sich etwas unterhalb der Körpermitte. Die vordere, welche kugelig abgerundet ist, übertrifft die hintere an Grösse, wodurch diese im Vergleich zu jener kurz abgestumpft erscheint. Auf der Bauch- und Rückenseite ist eine schwache Abplattung bemerkbar. Die Querfurche umzieht den ganzen Körper in einer schwach rechtsläufigen Schraubenlinie. Die Längsfurche, welche in der Vorderhälfte zu beginnen scheint, zieht in der Richtung der Längsachse durch die ganze Hinterhälfte bis zum Endpole, wo sie in eine tiefe Rinne ausgeht.

Die Zellwand bildet eine äusserst derbe Hülle, welche bei der Plasmolyse des Körpers keine Falten erhält und deren Furchen beim Uebergang in den Ruhezustand nicht verschwinden. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod reagirt sie nur mit rother Farbe auf Cellulose. Eine Täfelung der Hülle habe ich nur in einem einzigen Falle beobachtet.

Die Chromatophoren sind klein und sehr zahlreich. Sie besitzen eine schwarzbraune Farbe und befinden sich unmittelbar unter der Oberfläche des Weichkörpers.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Bei der Encystirung, welche auch hier von einem Verlust der ursprünglichen Zellwand und einem Ersatz derselben durch eine neue begleitet ist, nimmt der Körper eine kugelige Form an. Er ist alsdann von Peridiniencysten nicht mehr zu unterscheiden. Die Bildung von gehörnten Cysten kennt man bei dieser Form noch nicht.

Ich möchte vorschlagen, diese Form Glenodinium uliginosum zu heissen, weil sie nämlich Gewässer zu bevorzugen scheint, welche eine moorige Unterlage besitzen. Die Gewässer der Torfmoore auf dem Jungholz bei Brennet in Baden bevölkert sie wenigstens als die einzige im Hochsommer darin lebende Peridinee in einer ganz ungeheuren Individuenzahl. In der Umgegend von Basel habe ich sie nirgends angetroffen.

Glenodinium uliginosum zeichnet sich durch eine seltene Widerstandsfähigkeit gegen äussere Einflüsse aus. In den Sammelgefässen kann man sie monatelang halten, ohne dass sie dabei in Ruhe gehen. Dafür gelingt es aber auch nicht, ruhende Formen zur Winterzeit in Bewegung zurückzuversetzen.

Glenodinium neglectum (nova species). (Taf. X. Fig 17).

Es stimmt diese Art mit der vorigen in vielen Stücken überein. Sie ist etwas kleiner als Glenodinium uliginosum. Sie misst 31,29 μ (0,03129 mm) in der Länge und 28,94 μ (0,02894 mm) in der Breite. In der äusseren Gestalt ist kaum ein Unterschied zu finden.

Die Wand ist auch sehr derb und widerstandsfähig. Bei Behandlung mit Chlorzinkjodlösung bleibt sie ungefärbt.

Die Chromatophoren sind zum Unterschied von der vorigen Species in der Regel hellgelb gefärbt. Sie sind auch sehr zahlreich und liegen dicht unter der Körperoberfläche.

Ein Augenfleck befindet sich in Gestalt eines länglich-runden, rothgefärbten Punktes in der Längsfurche.

Die Encystirung geschieht sowohl in kugeligen, als auch in gehörnten Cysten. Glenodinium neglectum findet man sehr häufig mit der vorigen Art in Gesellschaft.

Glenodinium oculatum Stein[1]).

Es wurde von Stein zuerst aufgefunden. Mir begegnete es beim Durchsuchen der Neudorfer Sümpfe in ganz vereinzelten Exemplaren, welche mir nur eine oberflächliche Untersuchung gestatteten. Es gehört zu den kleineren Formen. Sein Körper hat eine kugelige bis langgestreckte Gestalt. Die beiden Körperhälften sind einander gleich. Jede von ihnen ist kugelig abgerundet. Die Querfurche ist deutlich rechtsschraubig. Die Längsfurche nimmt in der Vorderhälfte ihren Ursprung und zieht durch die hintere bis zum Endpole.

---

[1]) Bütschli hat diese seltene Form mit Glenodinium cinctum vereinigt, weil sie nach seiner Ansicht mit diesem übereinstimme. (Einige Bemerkungen:) Auf Grund der oben mitgetheilten Beobachtungen glaube ich an der früheren Auffassung festhalten zu müssen.

Aus Stein's Zeichnung scheint hervorzugehen, dass die Zellwand von grosser Derbheit ist.

Die Chromatophoren sind von blassgrüner Farbe und gleichmässig unter der Körperoberfläche vertheilt.

In der Längsfurche befindet sich ein rother Augenfleck.

Den Abbildungen Stein's zufolge findet bei dieser Form die Encystirung in der nämlichen Weise statt, wie bei den übrigen.

Glenodinium cornifax (nova species). (Taf. X. Fig. 18).

Diese neu aufgefundene Form ist von etwas länglicher Gestalt. Sie besitzt eine Länge von 25 μ (0,025 mm) und eine Breite von 20,7 μ (0,0207 mm). Die beiden Körperhälften sind von ungefähr gleicher Grösse. Die vordere ist kugelig abgerundet und die hintere an ihrem seitwärts gebogenen Pole zugespitzt. Die Querfurche ist rechtschraubig angelegt und von einem schwach hervortretenden Rand eingefasst. Die Längsfurche, welche etwas in die Vorderhälfte hineinzieht, läuft durch die ganze Hinterhälfte bis zu dem spitzen Endpole, wo sie als eine deutliche Rinne sichtbar ist.

Die Zellwand ist eine äusserst feine Hülle, welche gegen die Wirkung von Reagentien sehr empfindlich ist. Unter Behandlung von Chlorzinkjodlösung färbt sie sich nicht nur schwarzblau, sondern zerreisst sogar, so dass das Protoplasma aus der entstandenen Oeffnung hervortritt.

Die Chromatophoren sind kleine runde Platten von roth- bis schwarzbrauner Farbe, welche unmittelbar unter der Körperoberfläche gelegen sind.

In der Längsfurche befindet sich ein Augenfleck.

Bei dem Uebergang in den ruhenden Zustand habe ich bis jetzt nur gehörnte Cysten bilden sehen. Es vollzieht sich dies unter den Augen des Beobachters, sobald sich die Bedingungen, unter denen sich die Organismen im Wasser bewegen können, ungünstig gestalten, was bei der Beobachtung unter dem Deckglas in der Regel nach kürzester Zeit schon eintritt. Bei der Wahl des Namens habe ich diese Eigenthümlichkeit in geeignete Berücksichtigung gezogen.

In verhältnissmässig bedeutender Zahl habe ich diese neue Art in dem Neudorfer Sumpfe aufgefunden. Ihre Gestalt erinnert in vielen Stücken an das Gymnodinium fuscum, mit welchem es leicht verwechselt werden könnte, wenn es nicht durch einen Augenfleck ausgezeichnet wäre.

Glenodinium pulvisculus Stein. (Taf. X. Fig. 19).

Stein[1]), welcher den von Ehrenberg eingeführten Namen auf die vorliegende Form übertrug, war über ihre Natur unzulänglich unterrichtet, wesshalb sie aus seiner Abbildung und Beschreibung kaum wiedererkannt werden kann. Spätere Autoren gehen infolgedessen auch in ihren Angaben auseinander. Während Stein von dem Fehlen oder Vorhandensein

---

1) Stein l. c.

2) Bütschli l. c. pag. 965.

der Chromatophoren überhaupt nichts erwähnt, rechnet Bütschli[2]) diese Form unter die farblosen, wogegen Kirchner & Blochmann[1]) ihr gelbe bis braune Farbstoffkörper zuschreiben. Unter solchen Umständen hält es sehr schwer, eine solche Art sicher zu erkennen, und es gelang mir auch nur durch die Beobachtung der Fortpflanzung, deren Verlauf in Stein's Atlas sehr schön dargestellt ist.

Es ist einer der kleinsten Vertreter dieser Gattung. Es misst in der Länge 23,0 μ (0,0230 mm) und in der Breite 18,4 μ (0,0184 mm)[2]). Die beiden Körperhälften sind einander nahezu gleich. Die vordere ist breit abgerundet und die hintere verschmälert sich anfangs etwas, um alsdann stumpf zu endigen. Oft ist sie auf der einen Seite etwas stärker ausgebildet als auf der anderen. Die Querfurche ist schwach rechtsschraubig angelegt. Die Längsfurche bildet eine deutliche Rinne, welche als ein kleiner Einschnitt am Endpole sichtbar wird.

Die Zellwand ist äusserst dünn und zart. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod erhält sie eine schwarzblaue Farbe.

Die Chromatophoren sind blassgelbe Plättchen, welche in mehr oder minder grosser Zahl unter der Körperoberfläche liegen. Zuweilen findet man auch scheinbar farblose Individuen.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Bei der Cystenbildung nimmt der Körper, sobald er seine ursprüngliche Hülle abgeworfen hat, unter dem Schutze einer neuen Kugelgestalt an. Die Bildung gehörnter Cysten ist hier noch unbekannt.

Glenodinium pulvisculus ist sehr verbreitet, kann aber wegen seiner geringen Grösse sehr leicht übersehen werden. Es scheint ebenso wie Glenodinium uliginosum die Gewässer von Torfmooren zu lieben. Wenn es mir bei den ungünstigen Witterungsverhältnissen dieses Frühjahrs nicht gelang, es an Ort und Stelle aufzufinden, so konnte es wenigstens in den überwinterten Aufsammlungen aus den Torfmooren des Jungholzes bei Brennet in ungeheurer Individuenzahl nachgewiesen werden. Es ist durch eine bedeutende Reproductionskraft ausgezeichnet.

Peridinium.

Ehrenberg 1832 emend. Stein 1883 (Claparède u. Lachmann 1858. Bergh 1881.
Klebs, Pouchet, Gourret 1883. Bütschli 1883/84 u. 1885).

Der Bau der hierhergehörigen Organismen ist fast symmetrisch. Der Körper ist meist von kugeliger, in seltenen Fällen nur von etwas gestreckter Gestalt. Auf der Scheitelansicht zeigen sie sammt und sonders einen nierenförmigen Umriss. Die dorsoventrale Abplattung ist in der Regel

---

1) Kirchner & Blochmann l. c.

2) Durch die Abbildungen Stein's, die alle in einem bestimmten Verhältnisse (1 : 4—500) angelegt sein sollen, könnte man versucht werden, eine Form von der Grösse des Glenodinium cinctum dahinter zu suchen.

unbedeutend. Die beiden Körperhälften sind niemals vollkommen gleich, sondern die hintere ist stets im Vergleich mit der vorderen verkürzt. Während jene immer breit abgerundet ist, besitzt diese einen entweder stumpf oder, was das seltenere ist, spitz zulaufenden Scheitel. Die mehr oder minder breit angelegte Querfurche befindet sich unterhalb der Körpermitte. Sehr deutlich ausgeprägt zieht sie rings um den Körper. Ihr Verlauf ist ein deutlich rechtsschraubiger und bedingt die vorhandene Neigung zur Asymmetrie im Bau der Zellwand. Die Längsfurche beginnt in der vorderen Körperhälfte auf der ventralen Seite, durchsetzt die Querfurche und zieht durch die Hinterhälfte bis zum Endpol, wo sie ihre grösste Tiefe und Breite erlangt.

Die Zellwand bildet einen festen und spröden Panzer, welcher den Protoplasmakörper vollends umschliesst. Er ist aus einzelnen Tafeln zusammengesetzt, welche sowohl mit als auch ohne Areolirung versehen und durch breiter oder schmäler ausgebildete Intercalarzonen mit einander verbunden sind.

Was die Zahl und die Anordnung der Tafeln betrifft, so sind sie bei den einzelnen Arten verschieden und bilden desshalb ein werthvolles Hilfsmittel zu ihrer Unterscheidung.

Die vordere Panzerhälfte besteht aus der auf der Mitte der Bauchseite gelegenen Rautenplatte, je zwei seitlich daran anschliessenden Apicalplatten, welche auf der Rückenseite an zwei hintereinanderliegende, oft zu einer einzigen fünf- bis sechsseitigen Tafel verschmolzenen Platten grenzen und den sieben (Prae-) Aequatorialplatten, wovon auf der Bauchseite je eine links und rechts von der Rautenplatte, seitlich davon je zwei und auf der Rückenseite eine einzige grosse vier- bis sechsseitige liegen.

Die hintere Panzerhälfte besitzt einen einfacheren und bei allen Arten unverändert wiederkehrenden Bau. Sie setzt sich aus fünf (Post-) Aequatorialplatten, von denen je eine auf jeder Seite der Längsfurche auf der Bauchseite, je eine seitlich davon und eine grössere, meist fünfseitige Tafel auf der Rückenseite liegt und ausserdem noch aus zwei Antapicalplatten zusammen.

Es beläuft sich somit die Gesammtzahl der Tafeln auf 20—21, wovon 13—14 auf die vordere und 7 auf die hintere Hälfte entfallen.

Die Quer- und Längsfurchen stellen Gebilde dar, die sich wie Intercalarzonen zwischen die umliegenden Tafeln einschieben. — Bei Formen mit areolirter Täfelung sind sie mit Querstreifung versehen, bei solchen, welche glatte Tafeln besitzen, fehlt sie. Zu ihrer Verstärkung sind die Furchen an verschiedenen Stellen mit feinen Leisten ausgestattet.

Die Zellwand ist in den meisten Fällen sehr stark verdickt und mit anorganischen Substanzen incrustirt, welche vielleicht die Ursache ihrer ausserordentlichen Sprödigkeit bilden. Die zum Nachweis von Cellulose gebräuchlichen Reagentien rufen nur unvollständige Reactionen hervor. So färbt sie sich bei Behandlung mit Chlorzinkjod z. B. nur röthlich-braun.

Die Chromatophoren sind kleine runde Scheiben von hell- bis dunkelbrauner Färbung. Sie liegen bei sämmtlichen Formen unmittelbar unter der Körperoberfläche. Sie sind sehr zahlreich.

Augenflecke sind im Bereich dieser Gattung sehr selten. Bei Peridinium quadridens ist bis jetzt nur ein solcher beobachtet worden. Die Angaben von Kirchner und Blochmann über das Vorhandensein derselben bei Peridinium tabulatum beruhen offenbar auf einer Verwechselung mit rothen Oelkugeln.

Bei dem Uebergang in den Dauerzustand entledigen sie sich in der Regel ihrer ursprünglichen Hülle, indem sie den Verband zwischen einzelnen Tafeln auflösen, und ersetzen sie durch eine neue structurlose, wobei der Körper Kugelform erhält. Die Encystirung innerhalb der getäfelten Hülle ist zu manchen Zeiten des Jahres häufig zu beobachten. Die Bildung der im Süsswasser gefundenen gehörnten Cysten wurde ohne triftige Gründe von Stein[1]) einigen Peridinien zugeschrieben. Bis jetzt ist es indessen noch nicht gelungen, diese Erscheinung bei diesen Formen wahrzunehmen.

Die hierhergehörigen Formen sind mittelgross bis klein.

Ihre Zahl beläuft sich auf sechs sichere Arten, wovon eine neu aufgefunden wurde. Sie sind alle sehr verbreitet.

Peridinium tabulatum Clap. Lachm. (Taf. X. Fig. 20).

Diese Form besitzt eine kugelige bis eiförmige Gestalt und hat eine Länge von 48,18 μ (0,04818 mm) und eine Breite von 43,4 μ (0,0434 mm).

Die Zellhülle bildet einen festen Panzer aus einzelnen, durch breite und quergestreifte Intercalarzonen verbundenen Tafeln, welche eine feine Areolirung aufweisen. Die sie umziehenden Leisten sind einfach ausgebildet und tragen keine Verzierungen, die Netzleisten dagegen zeigen auf ihren Knotenpunkten kleine Stacheln, wodurch der Körper bei der Einstellung auf den Rand ein sehr merkwürdiges Aussehen erhält. Die Zahl der Tafeln beträgt im Ganzen 21, wovon 14 der vorderen und 7 der hinteren Körperhälfte angehören.

Den zugerundeten Pol der vorderen Panzerhälfte bildet die Rautenplatte (*r*) mit je zwei seitlich daran anschliessenden Apicalplatten ($f^{\text{I–IV}}$), welche nach der Rückenseite hin eine kleine fünfseitige Platte (d^{I}) zwischen sich einschliessen. Unter dieser liegt nun noch eine schmale sechsseitige Tafel (d^{II}). Beide sind auch als Apicalplatten aufzufassen. Zu den beiden Seiten des unteren Theiles der Rautenplatte (*r*) reihen sich je drei Praeaequatorialplatten ($v^{\text{I–IV}}$) an, welche auf der Rückenseite auf eine grosse vierseitige Tafel (v^{VII}) stossen. Diese schliessen im Verein mit den Postaequatorialplatten der hinteren Körperhälfte die Querfurche, welche eine tiefe Hohlkehle darstellt, zwischen sich ein. Die Längsfurche welche eine flache Zwischentafel darstellt, beginnt in der Vorderhälfte des

---

1) Stein l. c.

Körpers und zwar an dem Grunde der Rautenplatte. Sie durchsetzt die Querfurche und zieht sich durch die ganze Hinterhälfte bis zum Endpole. Zu ihren beiden Seiten legen sich je zwei Postaequatorialtafeln (h^{I-IV}) an, welche auf der Rückenseite auf eine grosse fünfseitige Tafel (h^{V}) treffen. Zwei gleichgrosse fünfseitige Antapicaltafeln (e^{I-II}) bilden stumpf abgerundeten Endpol.

Die Chromatophoren sind von tiefbrauner Farbe.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Bei der Encystirung wirft der Körper seine getäfelte Hülle ab und ersetzt sie durch eine neue structurlose, wobei er sich kugelig abrundet. In dieser Form ist er von den Cysten anderer Peridineen (Peridinium cinctum und bipes, Glenodinium ubiginosum) nicht mehr zu unterscheiden.

Peridinium tabulatum ist neben Glenodinium cinctum die häufigste und verbreitetste von allen Süsswasserperidineen.

Peridinium cinctum Ehrbg. (Taf. X. Fig. 21).

Es ist ebenso wie das vorige von kugeliger bis eiförmiger Gestalt. Auch an Grösse ist es von ihm nur um weniges verschieden. Seine Länge bemisst sich auf 45,81 μ (0,04581 mm) und seine Breite auf 43,4 μ (0,0434 mm).

Seine Zellwand besteht aus einzelnen, durch sehr breite Leisten verbundenen und mit Areolirung versehenen Tafeln. Deren Zahl beläuft sich auf 21, wovon wieder 14 auf die vordere und 7 auf die hintere Körperhälfte entfallen. Ihre Anordnung ist von derjenigen, welche wir bei der vorigen Art antrafen, sehr wesentlich verschieden, indem die vordere Panzerhälfte durch Verschiebung ihrer Tafeln ganz unsymmetrisch geworden ist.

Geht man wiederum von der Rautenplatte (r) aus, so findet man, dass sie mit ihrer Spitze nicht bis zum Pole hinanreicht, sondern dass sich die zu ihren beiden oberen Seiten gelegenen Apicalplatten (f^{I-II}) über ihr zusammmenschliessen. Diese schaaren sich mit den übrigen drei apicalen Platten, wovon die eine (f^{III}) der rechten und die anderen zwei (f^{IV} a b) der linken Panzerhälfte angehören, um eine ungleich fünfseitige Platte (d), welche unmittelbar auf dem Scheitel liegt. Ueber die Auffassung dieser merkwürdigen Anordnung, welche zudem ohne Beispiel dasteht, herrscht zwischen den beiden Forschern Stein und Bütschli eine Meinungsverschiedenheit. Jener fasst diese Anomalie so auf, als ob sie die auf dem Scheitel gelegene Platte (d) mit einer der links hinten befindlichen Apicalplatten als aus ihrer ursprünglichen Lage verschobene Rückentafeln anzusehen seien, wie sie in normaler Anordnung Peridinium tabulatum aufweist. Im Gegensatz hierzu betrachtet Bütschli nur die Scheitelplatte als dorsal-apical, während die andere aus der Spaltung der unter normalen Verhältnissen links neben ihr zu suchenden Apicalplatte hervorgegangen sein soll. Welche von beiden Ansichten die meisten Ansprüche auf ihre Anerkennung erheben darf, mag dahingestellt bleiben.

Auf den beiden unteren Seiten der Rautenplatten reihen sich je drei Praeaequatorialplatten an, welche auf der Rückenseite auf eine grosse fünfseitige Tafel treffen. Sie bilden wieder im Verein mit den Postaequatorialtafeln der hinteren Körperhälfte die deutlich rechtsschraubig verlaufende Querfurche. Die Längsfurche, welche am Grunde der Rautenplatte wieder ihren Anfang nimmt, mündet in die Querfurche, durchkreuzt sie und läuft in der Richtung der Längsachse durch die Hinterhälfte des Körpers. Auf ihren beiden Seiten legen sich je zwei Postaequatorialplatten (h^{I-IV}) an, welche eine grosse fünfseitige, dorsal gelegene Tafel (h^{V}) zwischen sich einschliessen. Den Endpol setzen zwei Antapicalplatten (e^{I-II}) zusammen.

Die Farbe der Chromatophoren ist tief braun.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Die Encystirung erfolgt unter den gleichen Erscheinungen wie bei Peridinium tabulatum. Eine Unterscheidung dieser Cysten von anderen ähnlich aussehenden ist auch hier nicht möglich.

Peridinium cinctum ist sehr verbreitet und findet sich in der Regel in Gesellschaft mit Peridinium tabulatum, welchem es äusserlich sehr ähnlich sieht.

Peridinium bipes Stein. (Taf. VIII. Fig. 5). (Taf. X. Fig. 22).

Es hat eine breit eiförmige Gestalt. Seine Länge beträgt 45,24 μ (0,04524 mm) und seine Breite 43 μ (0,043 mm). Die beiden Körperhälften sind ungleich, indem die Querfurche etwas unterhalb der Körpermitte liegt. Die vordere läuft stark nach dem Pole zu, die hintere dagegen ist breit abgerundet.

Die Zellwand setzt sich ebenfalls aus einzelnen Tafeln zusammen, welche in ihrer Beschaffenheit etwas von der Regel abweichen. Sie sind im Vergleich zu denjenigen der beiden vorigen Arten concav, wodurch ihre erhöhten und verdickten Ränder über die tiefer liegenden quergestreiften Intercalarzonen als scharfe Kanten hervortreten. Diese geben dem Körper auf dem Umriss ein elegantes Aussehen, welches dadurch noch erhöht wird, dass sich darauf Flügelleisten befinden. Es sind dies äusserst feine längs- und querstreifige Lamellen von beträchtlicher Höhe. Auf dem übrigen Theile der Tafeln begegnen wir jener feinen Areolirung, wie wir sie bei den beiden zuvor besprochenen Formen kennen gelernt haben.

Die Anzahl der Tafeln beläuft sich im Ganzen auf 21, wovon 14 auf die vordere und 7 auf die hintere Körperhälfte entfallen.

Zur Bildung des etwas zulaufenden Poles der vorderen Panzerhälfte schaaren sich sechs Tafeln, die Rauten- (r), je zwei seitliche (f^{I-III}) und eine dorsale Apicalplatte (d^{II}) um eine äusserst kleine, dreiseitige Tafel (d^{I}), welche als die andere dorsal gelegene, auf den Scheitel geschobene Apicalplatte anzusehen ist, zusammen. Zu den beiden Seiten des unteren Theiles der Rautenplatte (*r*) reihen sich seitlich je drei Praeaequatorialplatten ($v^{\mathrm{I-VI}}$) um eine siebente grössere Tafel (v^{VII}) auf dem Rücken zwischen sich einzuschliessen.

Was den Bau der hinteren Panzerhälfte betrifft, so befolgt er hier, die gleiche Regel, wie bei den vorhergehenden Arten. An die Längsfurche legen sich seitlich je zwei Postaequatorialplatten ($h^{\mathrm{I-IV}}$) an welche auf dem Rücken einer fünften grösseren begegnen. Zwei Antapicalplatten ($e^{\mathrm{I-II}}$) bilden den Endpol.

Die Quer- und Längsfurche, sind in gleicher Weise angelegt, wie bei den vorigen Arten.

Die Farbe der Chromatophoren ist tiefbraun.

Ein Augenfleck wurde nicht beobachtet.

Die Encystirung geschieht in der schon früher beschriebenen Art und Weise. Die Herkunft der dabei entwickelten Cysten ist wegen ihrer grossen Aehnlichkeit mit anderen ohne Weiteres nicht ermittelbar.

Peridinium bipes bevölkert in Gesellschaft mit den beiden vorigen Formen, von welchen es sich durch ein zierliches Aussehen leicht unterscheiden lässt, fast jeden Sumpf in verhältnissmässig grosser Individuenzahl.

Peridinium quadridens Stein. (Taf. X. Fig. 23).

Es besitzt diese Form eine langgestreckte Gestalt und ist bedeutend kleiner als die vorigen. Sie misst nur 33,76 μ (0,03376 mm) in der Länge und 26,53 μ (0,02653 mm) in der Breite. Die beiden Körperhälften sind auch hier wieder ungleich. Die vordere ist die grössere und zeichnet sich durch den Besitz eines hornartig verlängerten Poles aus. Die hintere ist dagegen verkürzt und trägt an ihrem Pole zwei grosse nach auswärts gerichtete Stacheln. Durch diese Verschiedenheit in ihrer Ausbildung geben sie dem Körper eine äusserst charakteristische Form.

Die Tafeln des Panzers sind zum Unterschied von den bisher betrachteten Formen nicht mit Areolirung versehen, sondern sind auf ihrer Oberfläche ganz glatt. Die verbindenden Intercalarzonen sind sehr breit angelegt und entbehren der Querstreifung, wie sie bei anderen Formen vorkommt.

Die Zahl der Tafeln beträgt zusammen 20. Davon gehören 13 der vorderen und 7 der hinteren Panzerhälfte an. Ihre Anordnung ist sehr einfach. Der Pol der vorderen Panzerhälfte entsteht durch das Zusammentreten von zwei Apicalplatten ($f^{\mathrm{I-IV}}$), wovon je zwei auf die rechte und die linke Seite fallen. Da sie stark einwärts gebogen und lang ausgezogen sind, bringen sie den hornartig verlängerten Scheitel zu Stande, welcher innerhalb der ganzen Gattung nicht mehr anzutreffen ist. Zwischen sie schiebt sich auf der Bauchseite die Rautenplatte (*r*) mit ihrem oberen Theile und auf der Rückenseite eine fünfseitige Apialplatte (*d*) ein, welche nach Bütschli als das Product der Verschmelzung zweier dorsaler anzusehen wäre. Um diesen Plattencomplex gruppiren sich rechts und links von der Rautenplatte (*r*) je drei Praeaequatorialtafeln (h^{I-II}), welche auf der Rückenseite mit einer grösseren (h^{VII}) zusammenstossen.

Die hintere Panzerhälfte wird von fünf Postaequatorialplatten (h^{I-V}), von denen je eine ventral zu beiden Seiten der Längsfurche, je eine mit einem grösseren Stachel versehene lateral und eine grosse Platte dorsal gelegen ist, sowie von zwei Antapicalplatten, welche ebenfalls grosse nach aufwärts gerichtete Stacheln tragen, gebildet. Diese Oberflächenerhebungen, welche nur vier Tafeln besitzen, haben Stein veranlasst, der von ihm aufgefundenen Form den Specialnamen quadridens beizulegen.

Die Quer- und die Längsfurche verhalten sich wie bei den übrigen Formen.

Die Chromatophoren besitzen eine dunkelbraune Farbe.

In der Längsfurche befindet sich ein deutlicher Augenfleck.

Die Cysten besitzen eine kugelige Form und sind kleiner als diejenigen der bisher betrachteten Arten.

Peridinium quadridens ist im Allgemeinen nicht sehr häufig.

Peridinium umbonatum Stein. (Taf. X. Fig. 24).

Es ist von breit eiförmiger Gestalt und hat eine Länge von 31,35 μ (0.031,35 mm) und eine Breite von 25,9 μ (0.0259 mm). Die beiden Körperhälften sind von ungleicher Grösse. Die hintere, breit abgestutzte scheint gegenüber der vorderen stumpf kegelförmig zulaufenden stark verkürzt.

Die Tafeln, welche die Zellwand zusammensetzen, sind auf ihrer Oberfläche in der Regel glatt. Nur in ganz vereinzelten Fällen habe ich schwache Andeutungen von Areolirung beobachtet. Die Intercalarzonen sind von mässiger Breite und verhalten sich, was das Vorkommen von Querstreifung betrifft, ebenso wie die Tafeln in Bezug auf ihre Areolirung.

Die Zahl sämmtlicher Tafeln beläuft sich auf 20, wovon 13 der vorderen und 7 der hinteren Hälfte des Körpers angehören.

Die vordere Panzerhälfte wird in ihrem oberen Theil von der Rautenplatte (*r*), je zwei seitlich von ihr gelegenen (f^{I-IV}) und einer unpaaren dorsalen Apicalplatte (*d*) gebildet, welche sich alle um eine kleine kreisrunde, durchlöcherte Scheibe auf dem Scheitel gruppiren. Nach Bütschli's Vorgang kann man nun auch hier die sechsseitige dorsale Apicalplatte (*d*) als das Verschmelzungsproduct zweier Tafeln betrachten, es sei denn, man wolle die kleine kreisrunde Scheibe auf dem Scheitel als die andere ansehen. Ich halte jedoch diese für ein Gebilde von den Intercalarzonen der umliegenden Tafeln, durch deren unvollständigen Zusammenschluss das Loch in ihrer Mitte entstanden ist.

Zur Bildung des unteren Theiles schliessen sich zu beiden Seiten der Rautenplatte je drei Praeaequatorialplatten (v^{I-VI}) an, um auf der Rückenseite mit einer unpaaren vierseitigen (v^{VII}) zusammenzutreffen.

Die hintere Panzerhälfte besteht aus fünf Postaequatorial- ($h^{\text{I}-\text{V}}$) und zwei Antapicalplatten ($e^{\text{I}-\text{II}}$), deren Anordnung derjenigen bei allen übrigen Formen entspricht.

Die Quer- und Längsfurche zeichnen sich hier durch eine auffallende Breite aus.

Die Farbe der Chromatophoren ist rothbraun.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Bei der Encystirung entstehen kleine kugelige Cysten, über deren Herkunft man sich in der Regel keine Rechenschaft zu geben weiss, sobald man sie nicht bei ihrer Entstehung beobachtet hat.

Peridinium umbonatum ist sehr verbreitet. Man erkennt es leicht an seinen vorwiegend kreisenden Bewegungen.

Peridininum minimum (nova species). (Taf. X. Fig. 25).

In ihm sehen wir die kleinste Art, welche innerhalb ihrer Gattung bis jetzt bekannt geworden ist. Es misst 19,29 μ (0.02929 mm) in der Länge und 16,88 μ (0.01688 mm) in der Breite. Desshalb mag es auch wohl bisher immer übersehen worden sein. Seine Gestalt ist eiförmig. Die Grössenverhältnisse der beiden Körperhälften sind die gleichen, wie bei allen übrigen Peridineen. Die vordere ist etwas grösser als die hintere. Jene ist an ihrem Pole etwas zulaufend, während diese kurz abgestumpft erscheint.

Bei der ganzen Grösse des Objectes ist die Beobachtung der Einzelheiten ausserordentlich erschwert. Bei seiner grossen Neigung zur Encystirung war es mir zum ersten Male möglich gewesen, es als eine Peridinie zu erkennen, indem an der abgestreiften Hülle Täfelung zu bemerken war. (Taf. X. Fig. 20 b). Alle Hülfsmittel, um zu einer Bestätigung dieser Beobachtung zu gelangen, erwiesen sich mir aussichtslos, denn Quellungsmittel wie Chloralhydrat riefen zugleich eine so grosse Spannung der Zellwand hervor, dass aus diesem Grunde schon von einer Untersuchung der Tafelbildung nicht mehr die Rede sein konnte. Auch die Versuche, die Hülle mechanisch zu sprengen und ihren Inhalt durch Druck daraus zu entfernen, blieben angesichts der Kleinheit des Objectes ohne jeglichen Erfolg.

Erst nachdem durch eine zufällig eingetretene Pilzinfection, welche alle in dem betreffenden Sammelgefässe befindlichen Peridineen ergriffen hatte, der Inhalt des Körpers zerstört und die leeren Hüllen zurückgeblieben waren, gelang es mir bei Anwendung von Immersionen, die Tafeln genauer zu sehen. Soweit nun festgestellt werden konnte, sind sie auf ihrer Oberfläche ohne Sculptur abgesehen von der jedenfalls vorhandenen Einfassung durch einen leistenförmig verdickten Rand. Die Intercalarzonen sind wohl zweifellos vorhanden, aber so verschwindend klein, dass von ihnen nichts zu bemerken ist; was man als feine Linien sieht sind die Tafelränder. Diese verleihen dem Körper jenen eckigen Umriss, welcher für alle Peridinien als bezeichnend anzusehen ist.

Ueber die Zahl und die Anordnung der einzelnen Tafeln konnte ich nichts Sicheres ermitteln. Zur Vervollständigung ihrer Kenntniss fehlt es mir nur an der Beobachtung der Vertheilung der dorsalen Apical- und Praeaequatorialplatten, welche mir leider nicht gelingen wollte. Aus dem Vorhandenen geht aber hervor, dass die Tafeln der Hauptsache nach ebenso vertheilt und angeordnet sind, wie bei allen übrigen Peridiniumarten. Besonders gilt dies von denen der hinteren Panzerhälfte, deren Gruppirung ja überall unverändert wiederkehrt. Auffallend ist hier nur die Verschiedenheit in der Grösse der beiden Antapicalplatten. Die rechte ist nämlich beträchtlich grösser als die linke, was auf der Rücken- und Bauchansicht, sehr deutlich hervortritt und als ein Anhaltspunkt bei der Bestimmung dieser Form dienen kann.

Die deutlich rechts schraubige Querfurche ist ziemlich breit angelegt. Die Längsfurche welche in der Vorderhälfte des Körpers und zwar am Grunde der Rautenplatte beginnt, zieht nach der Durchkreuzung der Querfurche in einer von der Längsachse nach rechts abweichenden Linie bis zum Endpole.

Die Chromatophoren sind hellgelb und bewirken im Allgemeinen eine diffuse Färbung des Körpers.

Ein Augenfleck ist nicht vorhanden.

Die Encystirung dieser Organismen ist auf Taf. X. Fig. 25 dargestellt. Sie verläuft in der uns bereits von anderen Peridinien bekannten Art und Weise.

Peridinium minimum ist sehr verbreitet und findet sich überall in grosser Individuenzahl mit Peridinium umbonatum zusammen. Ausser seiner Körpergestalt macht es namentlich die Art seiner Bewegung sehr leicht von anderen kleinen Formen kenntlich. Es beschreibt nämlich dabei eine gebrochene Linie (wackeliger Gang).

Ceratium.

Schrank 1793 emend. Stein 1883. (Perty 1852. Claparède und Lachmann 1858. Carter 1858. Bergh 1882 u. 1886. Klebs 1883 u. 1884. Pouchet 1883. Gourret 1883. Blanc 1884. Bütschli 1884/85. Schütt 1887. Penard 1888.

Der Körper der Ceratien hat einen durch und durch asymmetrischen Bau, welcher seine Erklärung darin findet, dass er in mehrere längere oder kürzere hornartige Fortsätze ausgezogen ist. Diese Streckung ist zugleich die Ursache, wesshalb die dorsiventrale Abplattung hier stärker hervortritt als bei allen anderen Süsswasserformen. Die Querfurche welche in beinahe wagrechter Lage fast um den ganzen Körper herumzieht, fällt ungefähr in dessen Mitte und zerlegt ihn in zwei annähernd gleich grosse, aber verschieden ausgebildete Hälften. Die vordere derselben besitzt nämlich stets nur ein einziges (apicales) Horn, die hintere dagegen deren mehrere (ein bis zwei lateral postaequatoriale Hörner und ein antapicales). Die Längsfurche nimmt ihren Ursprung nicht in der vorderen Körperhälfte, wie dies für die meisten Peridineen gilt, sondern in der Querfurche. Sie verläuft auch nicht in der Mittellinie des Körpers sondern zieht von der linken Seite aus (dem nackten rhombischen Felde entlang) in schiefer Richtung bis zum Endpole, welcher in ein Horn verlängert ist.

Die Zellwand bildet einen bis auf ein in der Mitte der Bauchseite gelegenes Feld von rhombischer Gestalt geschlossenen Panzer aus einzelnen Tafeln. Diese zeichnen sich durch den Besitz einer Areolirung aus, welche in etwas grösserem Massstabe angelegt ist als bei den Peridinien. Ausserdem besitzen einzelne derselben die merkwürdige Eigenschaft, Ausstülpungen in Gestalt von mehr oder minder langen Hörnern zu treiben. Die Intercalarzonen sind verschwindend klein, sodass der Verband zwischen den einzelnen Tafeln ein unmittelbarer zu sein scheint. Nur die zur Bildung der Längs- und Querfurche dienenden zeigen die Ausbildung in der ihnen eignen Weise.

Die Anzahl der Tafeln ist gegenüber derjenigen, welche bei den Angehörigen der vorigen Gattung festgestellt werden konnte, um ein beträchtliches vermindert. Im Ganzen beläuft sie sich auf zehn, wovon sechs der Vorder- und vier der Hinterhälfte des Panzers angehören. In Bezug auf die Anordnung liegen darum auch hier die Verhältnisse viel einfacher als dort (Taf. X. Fig. 26).

Auf der ganzen Vorderhälfte des Panzers liegt wieder nur eine einzige Tafel, welche vom Ende des apicalen Hornes bis zur Querfurche hinabreicht, die Rautenplatte (*r*), welche auf der Mitte der Bauchseite gelegen ist. Auf jeder ihrer beiden Seiten legt sich eine Apicalplatte (*f*) an; auf dem Rücken stossen sie zusammen. Es wäre an die Stelle der beiden lateral gelegenen Apicalplattenpaare des Peridinienpanzers ein einziges getreten. Die unpaaren Apicalplatten auf dem Rücken sind dagegen vollständig verschwunden. Da die sämmtlichen Polplatten lang ausgezogen und dabei nach einwärts gebogen sind, so entsteht dadurch je nach den Umständen ein kurzes und plumpes oder ein langes und schlankes Horn.

In dem unteren Theil wird die vordere Panzerhälfte ausser der Rückenplatte (*r*) noch von drei Praeaequatorialplatten ($v^{\mathrm{I-III}}$) zusammengesetzt. Davon vertheilen sich zwei auf die beiden Seiten und eine auf den Rücken. Von den beiden seitlichen lehnt sich die linke unmittelbar an die Rautenplatte an, die rechte dient dagegen zur Begrenzung des Bauchausschnittes. Auf dem Rücken schliessen sie die dritte, aber unpaare zwischen sich ein. Es wäre also auch hier eine Vereinfachung dergestalt eingetreten, dass eine seitliche Praeaequatorialplatte die Stelle von dreien einnimmt. Auf der rechten Seite wird dabei sogar noch ein Theil des Bauchausschnittes ausgespart.

Die Hinterhälfte des Panzers besteht aus drei Postaequatoril- ($h^{\mathrm{I-III}}$) und einer Antapicalplatte (e). Von den ersteren befinden sich wieder zwei auf den Seiten und eine auf dem Rücken des Körpers. Von den seitlich gelegenen grenzt die linke an die Längsfurche, die rechte nimmt wieder an der Begrenzung des Bauchausschnittes Theil. Die eine, sowie die andere von beiden tragen Hörner. Sie schliessen auf den Rücken die dritte Postaequatorialplatte (h^{III}) zwischen sich ein. Den Endpol bildet nur eine einzige Tafel, die Antapicalplatte (e), welche ebenfalls mit einem Horne versehen ist. Vergleicht man nun diese Tafelanordnung mit derjenigen des Peridinenpanzers, so wird man finden, dass hier die seitlichen Postaequatorialplattenpaare, sowie auch die beiden Antapicalplatten durch je eine Tafel ersetzt sind. Auf der rechten Seite wird hier ebenfalls der Platz für den anderen Theil des Bauchausschnittes obendrein ausgespart.

Auf der Mitte der Bauchseite liegt der Bauchausschnitt, das nackte Feld von rhombischer Umgrenzung. Es wird von der Rauten-, der rechten Prae- und Postaequatorial und der Antapicalplatte, sowie von der Längsfurche (bezw. von der linken Postaequatorialplatte) eingefasst. Wie hieraus zu ersehen ist, fällt es also zum einen Theil in die vordere, und zum anderen in die hintere Körperhälfte. Die Quer- und Längsfurchen sind die tafelähnlichen Gebilde, wovon die eine als Hohlkehle den Körper quer umzieht und die andere ganz auf die Hinterhälfte desselben beschränkt bleibt.

Die Chromatophoren sind kleine gelbbraune Scheiben, welche in grosser Zahl unter der Oberfläche des Weichkörpers vertheilt liegen.

Ein Augenfleck ist nirgends zu beobachten gewesen und wenn Lieberkühn bei Ceratium cornutum das Vorkommen eines solchen behauptet, so beruht das offenbar auf einen Irrthum, welcher durch die Verwechselung mit einem rothen Oeltropfen veranlasst wurde.

Die Encystirung erfolgt in der Weise, dass das Protoplasma sich aus den Hörnern nach der Mitte des Körpers zusammenzieht, wo es sich sammt dem übrigen mit einer stark verdickten und geschichteten Cystenhülle bekleidet. Früher oder später zerfällt alsdann die Zellwand, wodurch die gebildete Cyste frei wird. Durch die Umstände unter welchen sich ihre Bildung vollzogen hat, wird es bedingt, dass man die Stellen, wo des Protoplasma der Hörner mit dem übrigen vereinigte, als schwach hervortretende Ausstülpungen an ihr noch erkennen kann (Taf. IX. Fig. 21 u. 22). Gehörnte Cysten werden bei den Ceratien auch ausgebildet. Bis jetzt konnte diese Erscheinung indessen nur bei Ceratium hirundinella mit aller Sicherheit festgestellt werden.

Die in diese Gattung gehörigen Formen sind sämmtlich gross. Ihre Körpergrösse übersteigt diejenige der grössten unter den Süsswasserformen um mehr als das vier- und achtfache.

Von der im Meer zu grossartiger Entfaltung gelangenden Gattung kommen nur zwei Vertreter im Süsswasser vor, nämlich Ceratium cornutum und hirundinella.

Dieselben zeigen nun namentlich in Bezug auf den Aufbau ihres Panzers eine sehr auffallende Uebereinstimmung miteinander. Es wurde daher das Hauptsächlichste darüber schon bei der Characteristik der Gattung mitgetheilt. Es bleibt mir deshalb nur noch übrig die zwischen ihnen bestehenden Unterschiede kurz zu scizziren.

Ceratium cornutum Claparède und Lachmann (C. tetraceras Schrank).

Es ist die kleinere von den beiden Arten. Es besitzt eine Länge von 123,25 μ (0,12325 mm) und eine Breite von 64,17 μ (0,06417 mm). In seiner äusseren Erscheinung ist es plump. Es mag dies daher kommen, dass der Körper durch die geringe Ausdehnung seiner Hörner einen grösseren Umfang erhält und infolge dessen dem Beobachter massiger in seiner Form erscheint. Ausser dem apicalen und antapicalen Horne besitzt er noch ein kleineres auf der rechten Postaequatorialplatte, welches manchmal nicht zu seiner fertigen Ausbildung kommt.

Seine Encystirung erfolgt in der oben näher beschriebenen Art und Weise. Ob er auch gehörnte Cysten bildet; ist zwar noch nicht sicher erwiesen, dürfte aber höchst wahrscheinlich sein (Taf. X, Fig. 6).

Ceratium cornutum gehört zu den verbreitesten Peridineen. Es findet sich fast in jedem grösseren Gewässer, dessen Temperatur eine gewisse Grenze nicht übersteigen darf, da es sonst nicht darin leben kann. Es scheint den Aufenthalt zwischen den Charen, welche den Boden von Teichen und Sümpfen bedecken, vorzuziehen.

Ceratium hirundinella O. Fr. Müller (C. macroceras Schrank).

Diese Form ist bedeutend grösser als die vorhergehende. Nach den Messungen Bergh's hat sie eine Länge von 215 μ (0,215 mm). In ihrer äusseren Erscheinung ist sie sehr schlank. Bei der grossen Ausdehnung, welche die Hörner hier erreichen, erscheint der Körper von weit geringerem Umfange als bei der vorigen Art. Ausser den beiden lang und schmal ausgezogenen Hörnern am apicalen und antapicalen Pole, sowie dem einen auf der rechten Postaequatorialplatte besitzt er noch ein viertes Horn, welches die linke Postaequatorialplatte trägt. Dieses tritt aber an Grösse weit gegen die anderen zurück. Nicht selten kommt es sogar vor, dass es nicht zur Ausbildung gelangt.

Cysten der gewöhnlichen Form, wie sie uns von Ceratium cornutum bekannt sind, habe ich niemals gefunden. Soweit ich mich erinnern kann sind sie auch noch nirgends beschrieben worden. Gehörnte Cysten dagegen gehören nicht zu den Seltenheiten. Sie sind von ungefähr rhombischem Umriss und tragen an jeder Ecke eine zapfenähnliche Verlängerung (Taf. X. Fig. 7). Vor dem Eintritt des Winters konnte ich sie im Neudorfer Sumpfe in grosser Zahl beobachten. Lieberkühn mag sie entdeckt haben. Ihre Kenntniss verdanken wir aber doch wohl erst Stein, welcher in seinem Atlas Abbildungen davon gegeben hat.

Ceratium hirundinella ist im Allgemeinen nicht sehr häufig. Es lebt vorzugsweise in grösseren Sümpfen, wo es sich in Gesellschaft mit Ceratium cornutum zwischen den Charen aufhält.

Figuren-Erklärung.

Tafel VIII.

1. *Glenodinium cornifax.* Körper bei Behandlung mit Chlorzinkjod. (1:1000).
2 u. 3. *Glenodinium cinctum.* Körper bei der Plasmolyse mit conc. Salpeterlösung. (1:650).
4. *Ceratium cornutum.* (1:300).
5. *Peridinium bipes* von der Bauchseite. (1:750).
6 u. 7. *Hemidinium nasutum.* Theilungsstadien (im beweglichen Zustand). (1:1000).
8. *Ceratium cornutum.* Die im Entstehen begriffenen Hörner der hinteren Körperhälfte im plasmolysirten Zustande. (1:1000).
9 u. 10. *Ceratium cornutum.* Die Trennung des Panzers bei Beginn der Theilung auf der Rücken- und Bauchseite. (1:1000).
11—15. *Ceratium cornutum.* Die verschiedenen Stadien der Theilung. (1:1000).
16 u. 17. „ „ Der nach rechts abgetheilte Sprössling.
18 u. 19. „ „ Der nach links abgetheilte Sprössling nach der Trennung, von der Rücken- und Bauchseite.
20. *Ceratium cornutum.* Eine Theilung mit unvollständiger Ergänzung der Theilsprösslinge. (1:1000).
21—22. *Ceratium cornutum.* Die beiden Theilsprösslinge nach der Trennung. (1:1000).
23—25. *Hemidinium nasutum.* Die verschiedenen Stadien während der Theilung im vorübergehend ruhenden Zustande. (1:800).

Tafel IX.

1. *Glenodinium cinctum.* Der Beginn der Theilung. (1:400).
2. *Glenodinium cinctum.* Das gleiche Stadium plasmolysirt. (1:400).
3. „ „ Die Strasburger'sche Zellplatte bei der Tinction des Kernes.
4. „ „ Weiter vorgeschrittenes Theilungsstadium in der Plasmolyse.
5. *Glenodinium uliginosum.* Der Abschluss der Theilung. (1:500).
7—10. *Peridinium tabulatum.* Die verschiedenen Phasen der Theilung. (1:500).
11. *Gymnodinium palustre.* Cyste mit Gallerthülle. (1:300).
12. „ „ Cyste mit (Cellulose-)Hülle. (1:400).
13. „ „ Theilungsstadium. (1:300).

14. *Glenodinium cinctum.* Cyste. (1:400).
15—19. „ „ Verschiedene Theilungszustände.
15—16. „ „ Bei vollständiger Theilung im Ruhezustand. (1:400).
17—19. „ „ Bei vorzeitigem Uebertritt in den beweglichen Zustand. (1:450).
20. *Peridinium tabulatum.* Theilungsstadium. (1:400).
21. *Ceratium cornutum.* Cystenbildung. (1:300).
22. „ „ Die freigewordene Cyste.
23. „ „ Uebergang aus dem ruhenden in den beweglichen Zustand.
24. *Glenodinium* (*uliginosum* od. *neglectum?*) Freiwerden des nackten Körpers durch einfache Häutung. (1:300).
25. *Glenodinium* (*uliginosum* od. *neglectum?*) Freiwerden durch Abstossen der Zellwand in einzelnen Fetzen. (1:300).
26—30. *Gymnodinium* (?). Die Bildung gehörnter Cysten.
31. *Glenodinium cinctum.* Beginn der Cystenbildung. (1:400).

Tafel X.

1—4. *Glenodinium cornifax.* Die Bildung gehörnter Cysten. (1:800).
5. „ „ Die Haftorgane der Cyste. (Oel-Immersion Leitz 1:16 oc. I).
6. *Ceratium* (*cornutum* od. *hirundinella?*) Gehörnte Cyste. (1:300).
7. *Ceratium hirundinella.* Gehörnte Cyste. (1:250).
8. *Hemidinium nasutum.* Von der Rücken- und Bauchseite. (1:1000).
9. *Gymnodinium fuscum.*
10. „ *aeruginosum.* (1:700).
11. „ *palustre.* (1:900).
12. „ *carniatum.* (1:600).
13. „ *paradoxum.* (1:600).
14. „ *hyalinum.* (1:800).
15. „ *pusillum.* (1:500).
16. *Glenodinium uliginosum.* (1:600).
17. „ *neglectum.* (1:600).
18. „ *cornifax.* (1:1000).
19. „ *pulvisculus.* *a* im bewegl. Zustand, *b* in Cystenbildung begriffen, *c* in Theilung. (1:800).
20. *Peridinium minimum.* *a* Ansicht von der Vorderseite, *b* Encystirung. (1:800).
21—26. Täfelung der Peridineen und Ceratien.
Vorderhälfte: *r* Rautenplatte, *f* seitliche und *d* dorsale Apicalplatte (Frontalia), *v* Praeaequatorialplatte (vordere Basalia). Hinterhälfte: *h* Postaequatorialplatte (hintere Basalia), *e* Antapicalplatten (Endplatten), *b* Bauchausschnitt.
21. *Peridinium tabulatum.*
22. „ *cinctum.*
23. „ *bipes.*
24. „ *quadridens.*
25. „ *umbonatum.*
26. *Ceratium cornutum.*

Ueber Aufnahme und Verarbeitung von fetten Oelen durch Pflanzen

von

R. H. Schmidt.

Bei der Keimung ölhaltiger Samen wird das in denselben aufgespeicherte Reserve-Oel auf verschiedene Weise in die wachsenden Organe geschafft. Die bekannten Arbeiten von Sachs lehren uns, dass dabei in den Wanderungsbahnen entweder Oel oder Stärke auftritt, während Zuckerarten sich nur in den Zellen der Streckungszone in nachweisbarer Menge finden. Sachs[1]) unterscheidet darnach Stärkewanderung und Oelwanderung.

In Betreff letzterer meint er, dass das Oel befähigt sei, als solches von Zelle zu Zelle zu wandern.

Detmer[2]) ist zwar der Ansicht, dass das Oel die Cellulosehaut zu durchdringen vermöge, da Hofmeister[3]) nachgewiesen, dass in Oel liegende mit Wasser imbibirte Körper ersteres aufnehmen, andererseits negirt er aber die Möglichkeit des Durchganges von Oel durch die Hyaloplasmahaut, da diese selbst für Glycose impermeabel ist. Er glaubt daher annehmen zu müssen, dass bei der Oelwanderung ähnliche Vorgänge stattfinden, wie bei der Stärkewanderung, dass nämlich das Oel während der Translokation in andere Körper übergehe, welche im Stande sind, Zellhaut und Hyaloplasma zu passiren. — Als solche Körper, welche in den Zellen wieder zu Oel regenerirt würden, spricht Detmer (l. c.) den Kohlehydraten ähnliche Oxydationsprodukte der Oele an, da bekann ist, dass die Oele bei ihrer Bildung aus Kohlehydraten hervorgehen.

Es schien nun nicht unmöglich, in der Frage der Oelwanderung einen Schritt weiter zu kommen, wenn es gelänge, eine Aufnahme von Fetten von aussen her in Pflanzen zu erzielen.

Versuche mit Schimmelpilzen.

Es lag nahe, für derartige Versuche zunächst das Verhalten von Schimmelpilzen zu beobachten, wenn man dieselben unter Zusatz der nötigen anorganischen Stoffe mit fetten Oelen als einziger Kohlenstoffquelle zu ernähren versuchte.

Das nicht gerade seltene Vorkommen von Schimmelbildungen auf Fetten beweist noch nicht ohne weiteres die Fähigkeit der Schimmelpilze, sich von Fetten ernähren zu können, wenn ihnen dieselben als einzige

---

1) Sachs, Pringsheim's Jahrb. 1863. pg. 183 ff.

2) Detmer, Keimungsphysiologie 1880. pg. 371.

3) Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle 1867. pg. 226.

organische Nahrung geboten werden. Die Rohfette, besonders diejenigen animalischen Ursprungs, auf denen Schimmelbildungen beobachtet sind, enthalten stets mehr oder weniger andere Bestandtheile, besonders Eiweisskörper, worauf schon Yssel de Schepper und Geitel[1]) hingewiesen haben. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man ein solches Fett mit metallischem Natrium bis zur Verkohlung erhitzt, den Rückstand glüht und dann in heissem Wasser auflöst. Erwärmt man das Filtrat mit Ferrosulfat, Ferrichlorid und Natronlauge, so tritt nach dem Uebersättigen mit Salzsäure ein Niederschlag von Berliner Blau auf, als Beweis, dass das Oel einen stickstoffhaltigen Körper enthielt.

Es könnte nun wohl sein, dass in den Fällen, in welchen Schimmelbildungen auf Fetten beobachtet wurden, gerade diese fremden Beimengungen es waren, welche den Pilzen als Nahrung dienten, während die Fettsäureglyceride zurückblieben. Es kam daher darauf an, zu ermitteln, ob die Glyceride selbst ein Nährmaterial abgeben, d. h. den Pilzen als einzige Kohlenstoffquelle dienen können. Ferner musste versucht werden, ob in diesem Falle das Fett als solches von den Pilzen aufgenommen wird, oder ob erst nach weitergehender Zersetzung des Fettes die aus ihm entstehenden Produkte in die Pilzzellen eindringen.

Zur Lösung der ersten Frage wurden Culturen in Erlenmeyerschen Kölbchen von 400 ccm Inhalt angesetzt. Die nöthigen anorganischen Nährsalze lieferten in allen Fällen je 100 ccm einer Nährlösung bestehend aus 0,25 gr Kaliumnitrat, 0,25 gr Magnesiumsulfat, 1,0 gr Calciumnitrat, 0,25 gr Kaliummonophosphat und 0,50 gr Ammoniumnitrat auf 1 Liter destillirten Wassers. Diese Lösung mag in folgendem stets als »anorganische Nährlösung« bezeichnet werden.

Je 100 ccm derselben wurden nun für die erste Versuchsreihe mit 3 gr Glycerin, für die zweite mit 3 gr Traubenzucker, für die dritte mit 1 gr Mandelöl und für die vierte mit 1 gr chemisch reiner Oelsäure versetzt, und dann durch 10 Minuten langes Kochen sterilisirt. Wie die Erfahrung bewies, genügte dies Verfahren in allen Fällen, die Wirkung von Bakterien auszuschliessen. Es trat nicht ein einziges Mal bei den zahlreichen Versuchen Trübung der Nährlösung ein, noch liessen sich Bakterien in derselben mikroskopisch nachweisen. Ebenso blieb eine bei 38,5° im Brütofen gehaltene Probe 14 Tage lang steril. Diese leichte Sterilisirbarkeit wurde, wie bekannt, hauptsächlich durch die stets saure Reaktion der Nährlösung bedingt.

Die zu den Versuchen verwandte Oelsäure war chemisch rein, und gab die oben erwähnte Reaktion auf stickstoffhaltige Körper nicht. Sie sowohl, wie das Oel, welche sich beide anfangs zu einer dünnen continuirlichen Schicht auf der wässrigen Flüssigkeit ausbreiteten, bildeten

---

1) Dingler's Polytechn. Journal 1882. 245. pg. 295.

nach dem Sterilisiren zahlreiche mehr oder weniger grosse Tropfen, welche in der Ruhe nicht zusammenliefen. Es war dies insofern von Bedeutung, als eine continuirliche Oelschicht den Pilzsporen den Sauerstoff zum guten Theil abgeschnitten und dadurch ihre Entwickelung verhindert haben würde. Aus demselben Grunde hatten die Culturen der beiden letzten Versuchsreihen auch nur je 1 gr Fett erhalten.

Auf die so hergestellten Nährmedien wurden nach dem Erkalten Sporen verschiedener Schimmelpilze ausgesäet. Es geschah dies, wie üblich, mittelst eines ausgeglühten Platindrahtes unter vorsichtiger Lüftung des Wattepfropfens, um möglichst Reinculturen zu erzielen. Letzteres gelang auch fast durchgehends. Zur Aussaat gelangten die Sporen verschiedener *Aspergillus-* und *Penicillium*-Arten, sowie diejenigen von *Mucor racemosus* und von *Phycomyces nitens.* Die einzelnen Arten zeigten in ihrer Entwickelung nur geringe Abweichungen von einander. Ich werde daher nur die mit *Aspergillus niger* erhaltenen Resultate mittheilen, da dieser Pilz ein relativ günstiges Wachsthum zeigte und auch die meisten folgenden Versuche mit ihm angestellt wurden. Die Culturen wurden im Dezember 1889 angesetzt und verblieben bei 20° C im zerstreuten Tageslicht. Es trat nun ein:

In der Versuchsreihe mit:	Makroskopisch sichtbare Keimung nach Tagen.	Erste Bildung von Conidien nach Tagen.	Starke Fructification nach Tagen.
Glycerin . .	4	9	—
Traubenzucker	2	5	6
Mandelöl . .	3	5	7
Oelsäure . .	3	6	7

Bei der makroskopisch sichtbaren Keimung erschien ein matter Anflug auf der Oberfläche der Flüssigkeit oder am Rande der Fetttropfen. In den Glycerinculturen trat nur ein sehr schlechtes Wachsthum ein. Nach 9 Tagen hatte sich auf der Flüssigkeit eine sehr dünne Haut gebildet, welche nur äusserst schwach fructifizierte. Während der Pilz in den übrigen Culturen die bekannten kräftigen, an der Spitze mit zahlreichen, büschelförmig angeordneten Basidien besetzten Conidienträger bildete, so waren die letzteren in den Glycerin-Culturen nur sehr kurz und dünn und schnürten an ihrer Spitze nur wenige Sporen ab, so dass letztere dem blossen Auge nur als schwacher schwarzer Anflug auf der dünnen Pilzhaut erschienen. Selbst in mehrere Wochen alten Culturen trat weder eine stärkere Entwickelung des Mycelgewebes, noch eine Bildung normaler Conidienträger ein. An dieser schlechten Entwickelung der Pilze trug aber nicht etwa eine schlechte Beschaffenheit des Glycerins die Schuld, denn dasselbe war chemisch rein, ausserdem gaben mehrere, aus verschiedenen Quellen bezogene Glycerinsorten dasselbe Resultat.

Ferner fand in den Glycerin-Culturen nach Zusatz von 0,5 gr Ammontartrat eine kräftige Entwickelung statt, welche derjenigen in den Traubenzucker-Culturen nur um ein geringes nachstand.

Um eine sichere Controle zu haben, dass die verwandte anorganische Nährlösung keine organischen Verunreinigungen enthielt, wurden Pilzsporen ebenfalls in dieselbe ausgesäet; es trat jedoch keine, mit blossem Auge sichtbare Entwickelung ein. Die Sporen trieben zwar theilweise einen kurzen Keimschlauch, gingen jedoch bald darauf zu Grunde.

Diese Versuche zeigen also unzweifelhaft, dass Schimmelpilze auf Fetten gut gedeihen und zwar bilden sowohl Neutral-Fette als auch freie Oelsäure ein verhältnissmässig gutes Nährmedium. Es ist besonders zu beachten und für die folgenden Versuche von Wichtigkeit, dass die Pilze auf der freien Oelsäure nicht nur schneller, sondern auch unvergleichlich üppiger wachsen, wie auf Glycerin. Andererseits tritt auf Neutralfett eine, wenn auch nur wenig, so doch deutlich bemerkbar schnellere Entwickelung ein, wie auf der freien Fettsäure. Es könnte letzteres allerdings auf einen geringen Gehalt des Fettes an Verunreinigungen zurückgeführt werden, doch war das verwandte Oel wiederholt mit heissem Wasser gewaschen und gab keine Reaktion auf stickstoffhaltige Körper.

Da die Impermeabilität wasserdurchtränkter thierischer Häute für Fette bekannt ist, so fragt es sich, ob die Pilze im Stande sind, die Neutralfette, ohne dass dieselben eine Veränderung erfahren, in die Zellen aufzunehmen. Im Falle dies nicht zutrifft, wären für die Aufnahme des Fettes mehrere Möglichkeiten ins Auge zu fassen. Am nächsten liegt natürlich, dass die Pilze, vielleicht durch ausgeschiedene Fermente, eine Spaltung der Fette hervorrufen. Bei einer solchen Spaltung unter Bildung wasserlöslicher Produkte ist es nun zwar nicht nothwendig, dass dieselben sich in der wässrigen Nährlösung nachweisen lassen, da die Aufnahme in dem Maasse vor sich gehen kann, als die Spaltungsprodukte auftreten. Ein Nachweis derselben würde aber dann möglich sein, wenn eines der entstehenden Produkte nicht oder langsamer von den Pilzen aufgenommen würde, und dadurch in die wässrige Nährlösung hinein diffundiren könnte.

Eine andere zu beachtende Möglichkeit der Aufnahme wäre eine theilweise Verseifung des Fettes, vielleicht unter gleichzeitiger Emulgirung eines anderen Theiles desselben vermittelst dieser Seife, wie wir einen solchen Vorgang für die Resorption der Fette im thierischen Organismus kennen. Doch auch hier müsste der Verseifung eine theilweise Spaltung der Neutralfette in Glycerin und freie Fettsäuren vorhergehen, da nur die letzteren Seifen bilden.

Eine Spaltung der Fette in freie Säuren und Glycerin ist schon früher unter verschiedenen Bedingungen nachgewiesen worden. Müntz¹) fand

---

1) Annales de chimie et de physique 1871. sér. IV. t. XXII. pag. 372.

dieselbe bei der Keimung ölhaltiger Samen, wobei es ihm jedoch nicht gelang, ein Auftreten von Glycerin nachzuweisen. Ferner constatirte Boussingault[1]) das Auftreten freier Fettsäuren bei der Fäulniss von fetthaltigen Körnern und Früchten, sowie Pelouze[2]), der zerquetschte Samen in geschlossenen Gefässen aufbewahrte, wobei, vermuthlich unter Bakterienwirkung, die vorhandenen Neutralfette sogar vollkommen zersetzt wurden.

Wie erwähnt, konnte Müntz bei der Keimung ölhaltiger Samen im wässrigen Auszuge der Keimlinge kein Glycerin nachweisen. Da nun aber, wie oben gezeigt, Glycerin für die Schimmelpilze im Vergleich zur freien Fettsäure ein ungleich ungünstigeres Nährmaterial bildet, so war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass im Falle eintretender Spaltung die günstigere Fettsäure zuerst von den Pilzen verbraucht und daher eine Ansammlung von Glycerin in der wässrigen Nährlösung stattfinden könnte, welche den Nachweis desselben ermöglichte.

Es wurden nun zahlreiche neue Culturen mit Mandelöl in Erlenmeyer'schen Kölbchen von 500 ccm Inhalt angesetzt, welche je 100 ccm anorganischer Nährlösung und eine gewogene Menge Mandelöl erhielten. Das Oel war zur möglichsten Entfernung fremder Beimischungen mehrmals mit heissem Wasser gewaschen und dann bei 105° getrocknet. — Die Culturen wurden, um Bakterien-Wirkung auszuschliessen, wie oben beschrieben, durch 10 Minuten langes Kochen sterilisirt und nach dem Erkalten Sporen aus einer Reincultur von *Aspergillus niger* in dieselben ausgesäet, worauf sie im zerstreuten Tageslichte bei 20° C zur Entwickelung hingestellt wurden. Ungefähr 25 Culturen dienten nach 30 Tagen, während welcher eine überaus üppige Entwickelung eingetreten war, zur Untersuchung der wässrigen Lösung. Die Pilzmasse wurde abfiltrirt, der Rest des Oeles, welcher durch das Filter gegangen war, mittelst Abheben im Scheidetrichter entfernt und die so erhaltene klare, fast farblose Flüssigkeit auf dem Wasserbade auf ein kleines Volumen eingedampft. Ein Theil desselben wurde mittelst Fehling'scher Lösung auf reducirende Stoffe geprüft, jedoch ohne Erfolg. Ebenso gab ein anderer Theil, welcher längere Zeit unter Ersatz des verdampfenden Wassers mit verdünnter Salzsäure gekocht war, mit Fehling'scher Lösung keine Reaktion. Der Rest der eingedampften Nährlösung wurde zur Trockene gebracht, und die zurückbleibende Salzmasse mit Alkohol-Aether ausgezogen und der Auszug verdunstet. Es hinterblieb ein fast unwägbarer, körnig amorpher, schwach gelblicher Rückstand, welcher aber völlig trocken war und mit Kaliumbisulfat erhitzt keinen Geruch nach Akrolein gab. Letzterer hätte bei Gegenwart von Glycerin auftreten müssen, auch wäre der Rückstand

---

1) Économie rurale I. pg. 300 u. 307.

2) Annales de chimie et de physique sér. III. t. XLV. pg. 319.

in dem Falle nicht trocken gewesen. Durch diese Versuche ist also erwiesen, dass in der wässrigen Nährlösung eine Anhäufung von Glycerin und Kohlehydraten nicht stattfindet. Auf andere] organische Bestandtheile konnte keine Rücksicht genommen werden, da solche höchstens in minimalen Spuren in der beim Verdampfen der Nährlösung zurückbleibenden Salzmasse vorhanden waren. — Der Rest der angesetzten Culturen diente daher zur quantitativen Bestimmung der in verschiedenen Perioden in denselben vorhandenen Mengen freier Säure.

Es war nicht nöthig, zu diesen Versuchen chemisch reines Trioleïn zu verwenden. Das verwandte Mandelöl, welches ja fast nur aus Trioleïn besteht, enthielt, nachdem es mit heissem Wasser gewaschen war, nur eine geringe Menge von Glyceriden der Palmitinsäure und Stearinsäure. Sollte das Oel noch andere fremde Bestandtheile enthalten haben, so konnten diese, falls sie ein günstigeres Nährmedium als das Oel bildeten, nur die Zersetzung des letzteren um eine geringe Zeit verschieben. Dies trat jedoch nicht ein, wie sich aus der sofortigen Vermehrung der freien Säure in den Culturen ergiebt. Bleiben etwaige Verunreinigungen dagegen im Oel zurück, so werden sie durch die aus der Pilzmasse kommenden Verunreinigungen verdeckt und sind in der, für diese anzubringenden Correctur mit einbegriffen. — Die geringe Quantität Tripalmitin und Tristearin, welche das Mandelöl enthält, bleibt, wie es die später anzuführenden Versuche mit Palmitinsäure wahrscheinlich machen, bei dem Verbrauch des Oeles bis zuletzt zurück und kann dann bei der Bestimmung der freien Säuren allerdings Differenzen hervorrufen. Während zur Neutralisation von 1,0 gr Oelsäure 45,20 ccm der unten zu beschreibenden Barytlösung erforderlich waren, genügten hierzu für 1,0 gr Palmitinsäure schon 4,10 ccm derselben Lösung. Baryum bildet mit den Fettsäuren Salze verschiedener Basicität, von denen die niedriger-molecularen durch Wasser in Barythydrat und höher moleculare Salze zersetzt werden, und daher alkalisch reagiren. Diese Zersetzung der fettsauren Baryumsalze durch Wasser tritt nun bei der Palmitinsäure und Stearinsäure viel leichter ein, als bei der Oelsäure, und dadurch erklärt es sich, dass eine alkalische Reaktion bei ersteren schon nach der Bildung eines viel stärker-sauren Salzes auftritt. Das Resultat wird daher durch einen Gehalt der Säure an Palmitinsäure und Stearinsäure in der Art beeinflusst, dass die wirklich vorhandene Menge freier Säure um ein geringes grösser ist, als man durch Berechnung der verbrauchten Menge Barytlösung auf Oelsäure findet. Immerhin ist der Gehalt des Mandelöles an Tripalmitin und Tristearin so gering, dass die dadurch hervorgerufene Differenz die Grenze der Versuchsfehler nicht überschreitet, wie dies auch aus den weiter unten angeführten Analysen hervorgeht.

Das Fett wurde aus den Pilzculturen durch mehrmaliges Ausschütteln mit Aether wiedergewonnen, der Aether dann abdestillirt und der verbleibende Rückstand bei 105° getrocknet und gewogen. Wiederholte Versuche ergaben, dass diese Methode hinreichend genaue Resultate lieferte. Auf Traubenzucker gezüchtete Culturen von *Aspergillus niger* wurden mit Oel versetzt und letzteres dann mit Aether ausgeschüttelt. Der dabei erlittene Verlust betrug im Mittel 0,10—0,15%, im höchsten Falle 0,40%.

Die Bestimmung der freien Fettsäuren geschah nach der von Stohmann[1]) angegebenen Methode durch Titriren ihrer alkoholischen Lösung mit Barytwasser, wobei Rosolsäure als Indicator diente. Zur Herstellung der Barytlösung wurden 7,0 gr krystallisiertes Baryumhydrat $(Ba(OH)_2 + 8 H_2O)$ im Liter gelöst. Dieselbe wurde dann auf chemisch reine krystallisirte Oxalsäure eingestellt, wobei in mehreren übereinstimmenden Versuchen 2,16 ccm derselben 1,00 ccm $^1/_{10}$ normal Oxalsäure entsprachen.

Da sich bei der Neutralisation der Fettsäuren keine bestimmt characterisirten Salze bilden, so hat die quantitative Bestimmung ersterer ihre Schwierigkeiten. In der chemischen Praxis wird daher das Resultat nicht direkt auf irgend eine Fettsäure berechnet, sondern ihr Säurewerth auf Kaliumhydrat bezogen angegeben. Eine solche Berechnung wäre nun für vorliegende Zwecke wenig geeignet gewesen, da die Resultate dadurch nicht übersichtlich genug klargelegt worden wären. Ich musste also versuchen, die Oelsäure direkt aus der verbrauchten Menge Barytlösung zu berechnen. Auf absolute Genauigkeit können die erhaltenen Zahlen in Folge dessen natürlich keinen Anspruch machen, doch dürfte der Fehler in keinem Falle 1,0% übersteigen.

Bei der Einstellung der Barytlösung auf käufliche reine Oelsäure gebrauchte 1,0 gr der letzteren 1) 44,80, 2) 45,20, 3) 45,50, 4) 45,30 ccm, also im Mittel 45,20 ccm der Barytlösung. Für den Fall der Bildung eines neutralen Salzes $Ba(C_{18}H_{33}O_2)_2$ hätten dagegen 1,0 gr Oelsäure 76,60 ccm Barytlösung gebrauchen müssen. Die thatsächlich gebrauchte Quantität kommt dem Verhältnis nahe, das der Bildung einer Verbindung $Ba(C_{18}H_{33}O_2)_2(C_{18}H_{34}O_2)_2$ entspricht, und welche 51,10 ccm Barytlösung verlangen würde. Wenn auch eine Oelsäure an der Luft in kurzer Zeit Sauerstoff absorbirt, so kann doch diese Differenz nicht einer Veränderung der Oelsäure zur Last gelegt werden. Zum Beweise dient folgender Versuch. Gewaschenes und getrocknetes Mandelöl wurde zur Entfernung der freien Säure wiederholt mit Alkohol ausgeschüttelt und dann bei 100° getrocknet. Von demselben wurden 1,0010 gr mit Kalilauge verseift, die Seife mit Salzsäure zersetzt und die freie Säure mit Aether ausgeschüttelt. Die ätherische Lösung wurde solange mit Wasser gewaschen, bis dies nicht mehr mit Silbernitrat auf Salzsäure reagirte,

---

1) Journal f. praktische Chemie 1881. N. F. XXIV. pg. 506.

dann der Aether abdestillirt und der Rückstand bei 105° getrocknet. Er wog 0,955 gr und gebrauchte 42,70 ccm Barytlösung zur Neutralisation. Da nun 1,0 gr Oelsäure 45,20 ccm Barytlösung erforderten, so entspricht 1,00 ccm der letzteren 0,0221 gr Oelsäure, also 42,70 ccm = 0,9473 gr. Diese Differenz von 0,0113 gr wird, wie oben erörtert, durch einen Gehalt des Oeles an Palmitinsäure und Stearinsäure bedingt. Es berechnet sich hieraus die Fehlergrenze für die Bestimmung der Oelsäure in Mandelöl unter Vernachlässigung des Gehaltes an anderen Säuren zu 1,18%, was einen Gehalt der Säure von 1,19% Palmitinsäure entspricht. Aus diesem Resultat geht aber auch hervor, dass das vorhin besprochene theoretische Verhältniss der Oelsäure zur Barytlösung in Wirklichkeit nicht zutrifft. Würde nämlich 1,0 gr Oelsäure 51,1 ccm Barytlösung entsprechen, so müsste die Säure des Mandelöles 13,59% Palmitinsäure enthalten. Da aber bekannt ist, dass Mandelöl fast reines Trolein ist, also nur eine geringe Menge anderer Säuren enthält, so ergibt sich aus dem vorstehenden Versuche eine hinreichende Genauigkeit der Bestimmungsmethode.

Im Folgenden wird daher von den fremden Beimengungen des Mandelöles abgesehen und die erhaltenen Zahlen, ohne grosse Fehler auf Trioleïn berechnet werden können. — Es entspricht demnach 1 ccm Barytlösung 0,0221 gr Oelsäure, ferner 1,0 gr Mandelöl 0,957 gr Oelsäure und 0,104 gr Glycerin.

Um dem Einwande zu begegnen, dass das Oel, welches sich allerdings an feuchter Luft mit der Zeit zersetzt, dies auch in den Pilzculturen durch seine stete Berührung mit der sauer reagirenden Nährlösung von selbst gethan haben könne, wurden mehrere Kölbchen, welche je 100 ccm anorganischer Nährlösung und eine gewogene Menge Oel enthielten und sterilisirt waren, denselben Bedingungen, wie die Pilzculturen ausgesetzt. Von Zeit zu Zeit wurde das Oel eines Kölbchens durch Ausschütteln mit Aether wiedergewonnen und sein Gehalt an freier Säure bestimmt. Die Resultate waren folgende:

1) 2,087 gr des verwandten Oeles gebrauchten 1,90 ccm Barytlösung, welche 0,04199 gr = 2,02% freier Oelsäure entsprechen.

2) 0,753 gr Oel gaben nach 10 Minuten langem Kochen mit der anorganischen Nährlösung und nach dem Erkalten, durch Ausschütteln mit Aether 0,753 gr Oel, welche 0,70 ccm Barytlösung zur Neutralisation erforderten, also 0,0154 gr = 2,00% freier Säure enthielten.

3) 0,675 gr Oel, wie oben behandelt, liessen nach 5 Tagen 0,672 gr Oel wieder gewinnen, welche durch 0,70 cm Barytlösung neutralisirt wurden, entsprechend einem Gehalt von 0,01547 gr = 2,38% freier Oelsäure.

4) 1,916 gr Oel ergaben nach 20 Tagen durch Ausschütteln 1,903 gr, welche 2,90 ccm Barytlösung gebrauchten, also 0,06409 gr = 3,30% freie Oelsäure enthielten.

5) 1,039 gr Oel ergaben nach 45 Tagen 1,034 gr Oel, neutralisirt durch 3,10 ccm Barytlösung, entsprechend 0,06851 gr = 6,6% freier Säure.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass das angewandte Oel 2,0% freier Säure enthielt, deren Menge durch die Sterilisation und die angewandte Methode der Wiedergewinnung nicht vermehrt wurde. Es tritt also weder durch das Erhitzen mit der anorganischen Nährlösung, noch durch das Ausschütteln mit Aether und Trocknen des Destillations-Rückstandes bei 105° eine weitere merkliche Spaltung des Oeles ein. Bei längerer Berührung desselben mit der sauer reagierenden Nährlösung unter freiem Luftzutritt findet dagegen eine langsame Dissociation statt, die aber in 45 Tagen nur eine Zunahme der freien Säure bis zu 6,6% des angewandten Oeles bewirkte.

Da, wie bekannt, viele Pilzzellen im normalen Zustande Oeltröpfchen enthalten, so lag die Möglichkeit nahe, dass durch dieselben die Resultate beeinflusst werden könnten. Auf mikroskopischem Wege waren allerdings bei *Aspergillus niger* keine Oeltröpfchen nachweisbar; es konnte also Oel nur in höchst geringen Spuren vorhanden sein; immerhin konnten aber auch andere in Aether lösliche Bestandtheile die Versuche stören. Es wurden daher Glycerinculturen des Pilzes hergestellt, die auf 100 ccm anorganischer Nährlösung 3,0 gr Glycerin und 0,20 gr Ammontartrat enthielten, und eine kräftige Entwickelung zeigten. Von diesen wurden nun in derselben Weise, wie bei den Oel-Culturen Aether-Ausschüttelungen hergestellt und die Destillationsrückstände der letzteren weiter untersucht. Es konnten allerdings zum Vergleiche mit den Oel-Culturen keine gleichalterigen Glycerin-Culturen dienen; denn während in ersteren die Pilzvegetation stets auf die, auf der Oberfläche der Nährlösung schwimmenden Oeltropfen beschränkt blieb, deren Masse nicht so gross sein darf, dass die ganze Oberfläche davon bedeckt wird, um der Luft freien Zutritt zu gewähren, so bildet die Pilzvegetation auf der Glycerin-Nährlösung eine gleichmässige Decke. Natürlich ist dadurch auch die Fructification eine viel reichlichere, und da die ätherlöslichen Stoffe hauptsächlich aus der Sporenmasse stammten, so ist man bei der Auswahl gleich-entwickelter Culturen lediglich auf das Augenmaass beschränkt. Der dadurch bedingte Fehler ist aber bei der geringen Grösse der in Rechnung zu ziehenden Correcturen ein verschwindend kleiner. Vor der Sporenbildung enthält die Pilzmasse nur eine unwägbar kleine Menge in Aether löslicher Substanz; die Sporen gaben dagegen an Aether einen Körper ab, dessen gelbe ätherische Lösung stark grün fluorescirte. Die Gewichtsmenge des Aetherextractes betrug bei Culturen, welche entsprachen:

einer Cultur auf Oel von 7 Tagen = 0,004 gr
„ „ „ „ „ 10 „ = 0,010 „
„ „ „ „ „ 12 „ = 0,015 „
„ „ „ „ „ 30 „ = 0,020 „
„ „ „ „ „ 45 „ = 0,030 „

In keinem Falle zeigte derselbe jedoch eine saure Reaction. Diese Werthe sind also von der, durch Ausschütteln der Oelculturen mit Aether enthaltenen Quantitäten Rohfett in Abzug zu bringen, um die wirklich vorhandene Menge Oel zu finden.

Um die Richtigkeit dieser Correctur zu prüfen wurde noch folgender Versuch angestellt. Eine Cultur, welche 1,501 gr Oel erhalten hatte, lieferte nach 45 Tagen 0,959 gr Aetherextract, welcher durch 41,5 ccm Barytlösung neutralisirt wurde, also 0,91715 gr freie Oelsäure enthielt. Die ganze Masse wurde dann durch Erhitzen mit überschüssiger Kalilauge verseift und nach Zersetzung der Seife mit Salzsäure, die freie Oelsäure mit Aether ausgeschüttelt. Die ätherische Lösung derselben wurde mit Wasser gewaschen, bis dies keine Salzsäure mehr aufnahm und dann der Aether abdestilirt. Der Rückstand betrug 0,928 gr, welche 42,00 ccm Barytlösung zur Neutralisation erforderten. Der Mehrverbrauch von 0,50 ccm Barytlösung entspricht 0,0117 gr Trioleïn, so dass das bei der ersten Wiedergewinnung erhaltene Rohfett aus 0,91715 gr Oelsäure, 0,0117 gr Trioleïn und 0,03025 gr Verunreinigungen bestand. Dabei muss erwähnt werden, dass diese letztere Quantität noch in dem Maasse geringer ist, als das Oel Palmitinsäure und Stearinsäure enthält, die Correcturen folglich als Maximalwerthe zu betrachten sind.

Die Resultate, welche mit den Culturen auf Mandelöl erzielt wurden waren nun folgende:

I. Angewandtes Oel = 1,080 gr. Wiedererhalten nach 2 Tagen 1,079 gr, welche 1,30 ccm Berytlösung erforderten, also 0,02873 gr freie Säure enthielten. Die Sporen zeigten unter dem Mikroskop beginnende Keimung. Mit blossem Auge war in den Culturen noch keine Entwickelung sichtbar.

II. Nach 4 Tagen wurden von 1,025 gr Oel wiedergewonnen 1,016 gr, welche 7,30 ccm Barytlösung zur Neutralisation gebrauchten, entsprechend 0,1613 gr freier Säure. In dieser Cultur war der Beginn der Entwickelung als schwacher Anflug am Rande der Oeltropfen sichtbar.

III. Von 1,161 gr verwandten Oeles wurden nach 5 Tagen 1,126 gr wiedererhalten und zur Neutralisation 12,50 ccm Barytlösung gebraucht, gleich einem Gehalt von 0,27625 gr freier Oelsäure.

IV. Nach 7 Tagen, wo sich die ersten Anzeichen von Sporenbildung bemerkbar machten, wurde von 0,913 gr Oel 0,640 gr wiedererhalten. Als Correctur für Verunreinigungen, welche aus den Sporen in den Aether übergegangen waren, sind 0,004 gr in Abzug zu bringen. Die übrigbleibenden 0,636 gr Fett wurden durch 17,80 ccm Barytlösung neutralisirt, enthielten also 0,39338 gr freie Oelsäure.

V. Angewandtes Oel = 0,370 gr Wiedergewonnen nach 10 Tagen 0,216 gr, wovon für Verunreinigungen 0,010 gr in Abzug kommen. Als

Rest bleibt 0,206 gr Oel, welches 5,30 ccm Barytlösung gebrauchte, entsprechend 0,11713 gr freier Oelsäure.

VI. Aus einer gleichfalls 10 Tage alten Cultur wurden von 0,804 gr Oel 0,428 gr wiedererhalten, von denen wegen stärkerer Sporenentwickelung 0,015 gr als Verunreinigung zu betrachten sind. Der Rest von 0,413 gr enthielt 0,36686 gr freier Säure gleich 16,60 ccm Barytlösung.

VII. Nach 12 Tagen: Angewandtes Oel = 0,804 gr, wiedererhalten 0,418—0,015 = 0,403 gr. Säurewerth = 17,80 ccm Barytlösung entsprechend 0,39338 gr freier Oelsäure.

VIII. Nach 15 Tagen wurden von 2,434 gr Oel wiedergewonnen 2,052—0,015 = 2,037 gr, welche 47,5 ccm Barytlösung gebrauchten, also 1,04975 gr freier Säure enthielten.

IX. Aus einer anderen, ebenfalls 15 Tage alter Cultur gaben 0,776 gr verwandtes Oel 0,363—0,015 = 0,348 gr wieder, neutralisirt durch 15,50 ccm Barytlösung gleich 0,34255 gr freier Säure.

X. Nach 20 Tagen: Angewandt 0,709 gr Oel; wiedergewonnen 0,339—0,015 = 0,324 gr mit 0,27625 gr freier Oelsäure = 12,50 ccm Barytlösung.

XI. Nach 30 Tagen wurden von 0,540 gr Oel 0,157—0,020 gr = 0,137 gr Oel zurückerhalten, welche durch 5,8 ccm Barytlösung neutralisirt wurden, also 0,12818 gr freier Oelsäure enthielten.

XII. Nach 35 Tagen gaben 0,518 gr Oel: 0,289—0,020 = 0,269 gr, welche 12,20 ccm Barytlösung gebrauchten, entsprechend 0,26962 gr freier Säure.

XIII. Nach 40 Tagen: Angewandtes Oel = 0,452 gr; wiedergewonnen 0,133—0,020 = 0,113 gr mit 0,09282 gr freier Säure gleich 4,20 ccm Barytlösung.

XIV. Nach 45 Tagen waren von 1,501 gr verwandten Oeles noch übrig 0,959—0,030 = 0,929 gr, welche 41,5 ccm Barytlösung zur Neutralisation erforderten, also 0,91715 gr feier Oelsäure enthielten.

XV. Aus einer anderen, ebenfalls 45 Tage alten Cultur, welche 0,294 gr Oel erhalten, wurden gewonnen 0,034—0,025 = 0,009 gr Oel, welche 0,40 ccm Barytlösung gebrauchten, entsprechend 0,0884 gr freier Oelsäure.

Die nachstehende Tabelle wird eine bessere Uebersicht über die, sich aus den Versuchen ergebenden Resultate gewähren. Zur Erläuterung derselben mögen noch folgende Bemerkungen dienen.

Wie ersichtlich, giebt Kolonne 2 die zu den einzelnen Culturen verwandten Mengen, und 3—8 die Qualität des Oeles. In gleicher Weise gelten 9 und 10—15 für das wiedergewonnene Fett. Die freie Oelsäure war durch Titrieren gefunden, die Zahlen für die gebundene Oelsäure des Neutralfettes und für das Glycerin durch Rechnung erhalten. Da bei der Spaltung des Neutralfettes Wasseraufnahme stattfindet, so kann die

Nr. der Analyse.	Alter der Culturen in Tagen.	Quantität des angewandten Oeles.	Qualität des angewandten Oeles.						Quantität des wiedergewonnenen Oeles.	Qualität des wiedergewonnenen Oeles.						Verbrauch an Substanz.		Verbrauch an Oelsäure.		Verbrauch an Glycerin.	
			Freie Oelsäure.		Gebundene Oelsäure.		Glycerin.			Freie Oelsäure.		Gebundene Oelsäure.		Glycerin.							
		gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
I.	2	1,080	0,0216	2,0	1,013	93,8	0,109	10,1	1,079	0,029	2,7	1,005	93,1	0,109	10,1	0,001	0,10	0,001	0,10	—	—
II.	4	1,025	0,0205	2,0	0,961	93,8	0,104	10,1	1,016	0,161	15,8	0,818	80,5	0,089	8,75	0,009	0,90	0,0025	0,25	0,015	14,5
III.	5	1,161	0,023	2,0	1,089	93,8	0,118	10,1	1,126	0,276	24,5	0,813	72,3	0,088	7,9	0,035	3,01	0,023	2,1	0,030	25,4
IV.	7	0,913	0,018	2,0	0,857	93,8	0,093	10,1	0,636	0,393	61,8	0,233	36,6	0,025	3,98	0,277	30,3	0,249	29,5	0,068	70,0
V.	10	0,370	0,007	2,0	0,347	93,8	0,038	10,1	0,206	0,117	56,8	0,085	41,3	0,009	4,3	0,164	44,3	0,152	42,9	0,029	76,3
VI.	10	0,804	0,016	2,0	0,754	93,8	0,082	10,1	0,413	0,367	88,7	0,054	13,1	0,006	1,4	0,391	48,6	0,349	45,3	0,076	92,7
VII.	12	0,804	0,016	2,0	0,754	93,8	0,082	10,1	0,403	0,393	97,6	0,0096	2,4	0,001	0,26	0,401	49,9	0,367	47,7	0,081	98,8
VIII.	15	2,434	0,049	2,0	2,282	93,8	0,248	10,1	2,037	1,050	51,0	0,945	46,4	0,103	5,0	0,397	16,3	0,336	14,4	0,145	58,5
IX.	15	0,776	0,015	2,0	0,728	93,8	0,079	10,1	0,348	0,343	98,0	0,005	1,4	0,0005	0,15	0,428	55,2	0,395	53,2	0,785	99,4
X.	20	0,709	0,014	2,0	0,665	93,8	0,072	10,1	0,324	0,276	85,2	0,046	14,2	0,005	1,5	0,385	54,3	0,357	53,0	0,067	93,1
XI.	30	0,540	0,011	2,0	0,506	93,8	0,055	10,1	0,137	0,128	93,4	0,009	6,3	0,001	0,7	0,403	74,6	0,370	71,6	0,054	98,2
XII.	35	0,518	0,010	2,0	0,486	93,8	0,053	10,1	0,269	0,269	100,0	—	—	—	—	0,249	48,1	0,227	45,8	0,053	100,0
XIII.	40	0,452	0,009	2,0	0,424	93,8	0,046	10,1	0,113	0,093	82,3	0,019	16,8	0,002	1,8	0,339	75,0	0,321	74,1	0,004	95,7
XIV.	45	1,501	0,030	2,0	1,408	93,8	0,153	10,1	0,929	0,917	98,7	0,0115	1,2	0,001	0,13	0,572	38,1	0,510	55,0	0,152	99,3
XV.	45	0,294	0,006	2,0	0,276	93,8	0,030	10,1	0,009	0,009	100,0	—	—	—	—	0,285	97,0	0,273	96,8	0,030	100,0
Col.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Summe von freier und ungebundener Säure und von Glycerin natürlich nicht das Gemenge von freier Säure und Neutralfett ergeben. So geben z. B. in Versuch III. 1,089 gr Oelsäure und 0,118 gr Glycerin nicht 1,207 gr Neutralfett, sondern nur 1,138 gr die mit der freien Säure 0,023 gr zusammen die angewandte Menge Oel 1,161 gr bilden. Andererseits würden aber 1,138 gr Neutralfett bei der Spaltung 1,089 gr Oelsäure und 0,118 gr Glycerin liefern. Ein gleiches gilt für die Ziffern der Kolonnen 12 und 14. Die Angaben des %-Gehaltes sind für 4, 6 und 8 auf 2; für 11, 13 und 15 auf 9 berechnet, können also aus denselben Grunde zusammen nicht 100 ergeben.

Die Reihen 16—21 geben den Verbrauch an, welcher in den Culturen stattgefunden hat. Bei dem Verbrauche der Oelsäure ist sowohl die freie, wie die gebundene Säure berücksichtigt, da aus den Versuchen nicht zu entnehmen ist, ob das Neutralfett als solches verbraucht, oder wie wahrscheinlicher stets vorher gespalten wurde. — Es berechnet sich daher Kolonne 18 aus $(3 + 5) - (10 + 12)$; ebenso ist die Angabe in 17 auf die Summe von $(3 + 5)$ bezogen.

Es wurde auch hier wiederholt versucht, in den Culturen Glycerin nachzuweisen, wie dies oben erwähnt ist; aber selbst in Fällen, wie bei Versuch VIII, wo der Verlust an Glycerin 0,145 gr betrug, ist das niemals gelungen. Es unterliegt deshalb keinem Zweifel, dass das abgespaltene Glycerin thatsächlich von den Pilzen verbraucht oder weiter zersetzt worden ist, wenigstens nicht mehr als solches in der Nährlösung vorhanden war; denn eine Menge Glycerin von 0,145 gr ist in einer Flüssigkeit mit absoluter Sicherheit nachzuweisen.

Die Resultate zeigen also, dass das Oel von den Pilzen als Nahrung verbraucht wird, und zwar verschwindet sowohl das Glycerin, als auch die Fettsäure. Ersteres nimmt aber in viel schnellerem Maasse ab, als letztere, so dass diese schliesslich allein in den Culturen zurückbleibt. — Das Neutralfett wird also durch die Wirkung der Pilzzellen in Glycerin und freie Fettsäure gespalten. Davon wird nun auch das Glycerin sofort nach seiner Abspaltung von den Pilzen aufgenommen, da ein Uebertreten desselben in die wässerige Nährlösung nicht stattfindet. Diese Verhältnisse erklären sich aus folgenden Beobachtungen über das Wachsthum der Pilze in den Oel-Culturen.

Es ist in der vorstehenden Tabelle auffallend, dass nicht eine gleichmässige Zunahme der freien Fettsäuren mit dem Alter der Culturen stattfindet, dass dagegen in einigen Fällen schon ein beträchtlicher Verbrauch an Oelsäure stattgefunden, lange bevor alles Neutralfett gespalten worden war.

Wenn die Pilzsporen in die Nährlösung, an deren Oberfläche das Oel in grösseren oder kleineren Tropfen schwamm, ausgesäet wurden, so sammelten sie sich am Rande der letzteren an und fingen bald an, zu keinem, da sie hier die für ihre Entwickelung nöthigen Bedingungen fanden, nämlich Sauerstoff, Wasser, anorganische und organische Nährstoffe. — Die Keimschläuche der Sporen legen sich von aussen an die Oeltropfen an, und indem sie sich bei ihrer weiteren Entwickelung unter einander verfilzen, schliessen sie die Oeltropfen in ein dichtes Mycelgewebe ein. Es gelingt leicht, diesen ganzen Vorgang im hängenden Tropfen direkt unter dem Mikroskop zu verfolgen. — Nachdem der Pilz nun die Oberfläche des Oeles umsponnen hat, wachsen zahlreiche Mycelfäden in die wässrige Flüssigkeit hinein, wo sie besonders von der Unterseite der Oeltropfen frei herabhängen. Sie haben hier ganz das Aussehen von Rhizoiden und können, da die Nährlösung keine organischen Baustoffe enthält, nur zur Aufnahme des Wassers und der anorganischen Salze dienen. Ihre organischen Bestandtheile müssen sie daher nothwendig von den, das Oel berührenden Theilen des Pilzgewebes zugeleitet erhalten. Genau dasselbe gilt nun in Bezug auf die anorganischen Bestandtheile für die, in das Oel hineinragenden Theile des Pilzes; denn von der äusseren Hülle aus wachsen auch zahlreiche Mycelfäden in das Innere der Oeltropfen hinein, die hier natürlich weder Wasser noch anorganische Stoffe finden. Es ist demnach also eine vollkommene Arbeitstheilung für die verschiedenen Theile des Pilzgewebes eingetreten.

Die in das Oel hineinragenden Mycelfäden sind es nun, welche die Spaltung des Fettes bewirken. Sie nehmen auch das Glycerin sofort auf, sodass die an der Peripherie des Oeltropfens befindlichen Fäden gar nicht mehr mit Neutralfett in Berührung kommen, sondern nur in die freigewordene Oelsäure tauchen. Sie werden es nun sein, welche den Verbrauch an Oelsäure bedingen.

Durch diese, hier geschilderten Wachsthumsverhältnisse erklären sich nun auch die auffallenden Verschiedenheiten und scheinbaren Unregelmässigkeiten der einzelnen Analysen. Vergleichen wir z. B. VIII und IX. Beide Culturen sind 15 Tage alt, VIII hat von 2,434 gr Oel verbraucht 0,397 gr = 16,3 %, IX. dagegen von 0,776 gr schon 0,428 gr = 55,2 %. Bei ersterer Cultur bildete das Oel grosse Tropfen auf der Nährlösung, während die 0,776 gr in No. IX durch Schütteln möglichst fein vertheilt, und da der Kolben dann vor Erschütterung geschützt wurde, auch nicht wieder zusammen gelaufen waren. Sobald sich übrigens die ersten Mycelfäden an die Oeltropfen angelegt haben, vereinigen sich diese überdies nicht mehr mit einander. Während nun bei dieser feineren Vertheilung des Oeles die Mycelfäden leicht in das Innere der Tropfen eindringen konnten, und dort die Spaltung des Oeles bewirken, so dass fast vollständige Zersetzung eingetreten war, ist dagegen in Versuch VIII in den grösseren Tropfen diese Spaltung erst bis zu 51 % vorgeschritten. Dasselbe ergiebt sich aus einem Vergleiche von XII und XIII, von denen XII eine feinere Vertheilung zeigte, sowie auch von XIV und XV.

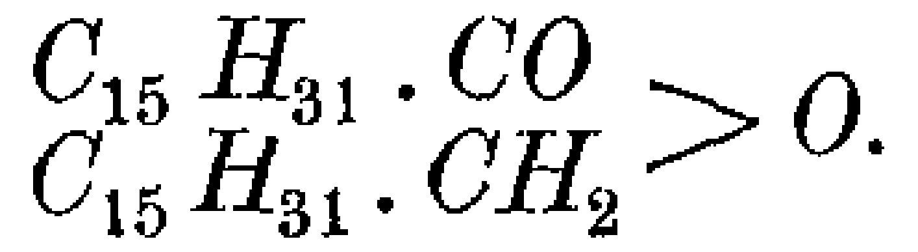
Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Pilze das Glycerin zuerst verbrauchen, während wir doch aus den früher erwähnten Culturen deutlich entnehmen konnten, ein wie schlechtes Nährmedium dasselbe im Vergleich mit der Oelsäure ist. Es wird dies dadurch zu erklären sein, dass Glycerin und Oelsäure in den Pilzzellen verschiedenen Zwecken dienen, da ja z. B. auch ein geringer Zusatz von Ammontartrat in Glycerinculturen eine üppige Pilzvegetation hervorruft.

In diesen Versuchen, welche sämmtlich mit Mandelöl angestellt wurden, hatte ich nur auf die Oelsäure Rücksicht genommen; die geringe Menge anderer Fettsäuren war unberücksichtigt geblieben, da die, durch dieselben hervorgerufenen Fehler gering genug waren, um ohne Nachtheil für die Resultate vernachlässigt werden zu können. — Für ihre Verarbeitung sind mehrere Möglichkeiten gegeben. Die Triglyceride konnten entweder gar nicht gespalten werden und wären wahrscheinlich bis zuletzt im übrigbleibenden Fett verblieben. Wenn dagegen Spaltung zugleich oder nach der des Trioleïn auftrat, so kann die freie Fettsäure doch im Rückstand verblieben sein, ohne von den Pilzen aufgenommen zu werden. Schliesslich ist es aber auch möglich, dass die festen Fettsäuren, zumal sie ja in der Oelsäure gelöst waren, mit dieser zugleich verarbeitet wurden. Um das Verhalten dieser festen Fette, die ja im Pflanzenreiche ebenfalls als Reservematerial vorkommen, zu studiren, besonders auch, um zu constatiren, ob sie von den Pilzen aufgenommen werden können, wenn zugleich kein Lösungsmittel vorhanden ist, wie in den Fällen, wo sie Bestandtheile flüssiger Reserve-Fette ausmachen, so wurden noch folgende Versuche mit Schweineschmalz, Wachs, Palmitinsäure und Wallrath angestellt.

Die Culturen wurden in gleicher Weise hergestellt, wie dies für die mit Mandelöl angefertigten gesagt worden ist. Das Schweinefett und Wachs wurden zur Entfernung von Verunreinigungen wiederholt mit heissem Wasser gewaschen und endlich bei 105° getrocknet. Der Wallrath wurde mehrmals aus heissem Alkohol umkystallisirt, bis der Schmelzpunkt constant bei 49° blieb.

Die Culturen mit Schweinefett gaben genau dieselben Resultate, wie die mit Mandelöl erhaltenen, weshalb ich davon Abstand nehme, die erhaltenen Zahlenwerthe anzuführen. Letztere sind ausserdem nicht so auffallend, wie dort, da einerseits das Wachsthum der Culturen ein sehr langsames war, andererseits die freien Säuren durch eine viel geringere Menge Barytlösung neutralisirt werden, wie die Oelsäure. Die ersten Anzeichen der Entwickelung traten in den Culturen mit Schweineschmalz erst nach 7 Tagen ein, während die ersten Sporen 10 Tage nach der Aussaat gebildet wurden. Das Fett besteht zum grössten Theil aus Tripalmitin und

Tristearin, und wie schon oben hervorgehoben, genügten zu Neutralisation von 1,0 Palmitinsäure schon 4,10 ccm unserer Barytlösung, eine Anzahl, welche für Stearinsäure noch geringer war. Die Versuche liessen aber keinen Zweifel darüber, dass das Fett ebenso wie Mandelöl gespalten und Glycerin wie Säuren thatsächlich von den Pilzen verbraucht wurden, und dass nicht etwa nur im Fett verbleibende Unreinigkeiten die Entwickelung hervorgerufen hatten.

Ein noch langsameres Wachsthum, wie auf Schweinefett zeigten die Pilze auf Bienen-Wachs, Palmitinsäure und Wallrath. Alle drei Körper bilden, wenn man die sterilisirte Nährlösung ruhig erkalten lässt, einen festen Kuchen auf der wässerigen Flüssigkeit. Es wurden die Kölbchen daher, um eine feinere Vertheilung zu erzielen, unter stetem Umschütteln erkalten lassen. Die Plamitinsäure, welche chemisch rein war, und vor dem Versuch bei 105^0 C getrocknet worden war, zeigte in einer 30 Tage alten Cultur nur eine Abnahme von 0,06 gr oder 8,1$^0/_0$ der angewandten Masse. Eine gleich langsame Abnahme zeigte der Wallrath. Derselbe besteht nach dem Umkrystallisiren bekanntlich aus reinem Palmitinsäure-Cetylester:  $\begin{matrix} C_{15}H_{31}.CO \\ C_{15}H_{31}.CH_2 \end{matrix} > O$. Ein Auftreten freier Säure liess sich hier nicht nachweisen, selbst nicht nach drei Monaten, obgleich die Masse des Esters bedeutend abgenommen hatte. Wenn in diesem Falle überhaupt Spaltung eintritt, was doch wahrscheinlich ist, so werden jedenfalls beide Componenten, die Palmitinsäure und der Cetylalkohol gleichmässig von den Pilzen verarbeitet, da sie ja Verbindungen desselben Radikales sind und annähernd gleiche Moleculargrösse haben.

Das Wachsthum der Pilze auf diesen Fetten ist abgesehen von der langsameren und spärlicheren Entwickelung, dasselbe, wie es bei den Oelculturen beschrieben wurde. Auch hier werden die Fettstückchen in ein dichtes Mycelgewebe eingeschlossen, das sich fast an dieselben anlegt und beim Behandeln der Stücke mit Aether als leere Tasche zurückbleibt.

Die Versuche zeigen also, dass auch die festen Fette und Fettsäuren den Pilzen als einzige organische Nahrung dienen können, wenn sie auch gerade kein sehr üppiges Wachsthum derselben gestatten. — Immerhin muss aber doch die Aufnahme der festen Körper in die Zellen hinein stattfinden. Wenn dies nicht durch eine Spaltung der Fette in wasserlösliche Körper oder durch die Bildung wasserlöslicher Verbindungen der Fettsäuren geschieht, so ist doch eine durch die Mycelfäden bedingte Lösung oder Schmelzung an den Berührungsstellen durchaus nothwendig. — Organische, wasserlösliche Zersetzungsprodukte liessen sich auch hier nicht in der wässriger Nährlösung nachweisen. Auch über eine anderweitige Art der Aufnahme waren aus den Culturen auf festen Fetten keine Anhaltspunkte zu gewinnen.

Im Allgemeinen bietet die Aufnahme der Fettsäuren, abgesehen von der Löslichmachung, dieselben Schwierigkeiten, wie die der Oelsäure. — Das Fehlen organischer Spaltungsprodukte in der wässrigen Flüssigkeit kann nicht als Beweis gegen eine Spaltung der Fettsäuren in wasserlösliche Körper angesehen werden: denn dieselben konnten in dem Maasse ihrer Bildung von den Pilzzellen aufgenommen werden, oder doch nur in chemisch nicht nachweisbarer Menge in die wässrige Nährlösung hineindiffundiren.

Eine zweite Möglichkeit der Aufnahme besteht in der Bildung löslicher, seifenartiger Verbindungen mit oder ohne gleichzeitige Emulsionsbildung. Um zu entscheiden, ob vielleicht die Bildung anorganischer Seifen die Aufnahme der Fette erleichterte und dadurch eine schnellere Entwickelung der Pilze veranlasste, wurde versucht, letztere mit Seifen zu ernähren. Da die meisten Oelsäure-Salze in Wasser unlöslich sind, so konnten nur die Alkalien zu diesen Versuchen dienen. Ich schüttelte deshalb eine Lösung von Natriumphosphat mit Oelsäure. Das Natriumphosphat Na_2HPO_4 setzt sich dabei in Mononatriumphosphat NaH_2PO_4 und Natriumoleat $C_{18}H_{33}O_2Na$ um. Die so hergestellte Seife wurde, nach dem Filtriren, mit geglühtem Quarzsande und etwas anorganischer Nährlösung vermischt und auf diese Masse Sporen von *Aspergillus niger* und *Phycomyces nitens* ausgesäet. Diese Culturen zeigten indessen ein langsameres Wachsthum, als andere gleichbehandelte, bei denen der Sand direkt mit freier Oelsäure und anorganischer Nährlösung gemischt war.

Ein gleiches Resultat gab eine Cultur mit Ammoniakseife, deren Substrat durch Zusammenschütteln von wässrigem Ammoniak mit der Oelsäure und Erwärmen der mit Sand und anorganischer Nährlösung gemischten Seife auf 50° bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction, hergestellt war. Auf anderen Seifen der Akalien fand überhaupt kein Wachsthum statt, vermuthlich wegen der unter Auftreten freien Alkalis so leicht vor sich gehenden Zersetzung der Natron- und Kaliseifen. Demnach scheint die Bildung anorganischer Fettsäure-Verbindungen die Aufnahme der Fettsäuren nicht zu begünstigen. Aehnliche Versuche aber mit Verbindungen der Fettsäuren mit organischen Substanzen anzustellen, würde über die Frage keinen Aufschluss gegeben haben; denn im Falle dadurch gebotener günstigerer Entwickelungsbedingungen, konnte der abgespaltene organische Körper die Ursache letzterer gewesen sein.

Da bei der Bildung wasserlöslicher Seifen, zugleich aber die Bedingungen für eine Emulgirung des Fettes durch dieselben gegeben sind, und ein Theil des Fettes dann in Form einer Emulsion von den Pilzzellen aufgenommen werden kann, so versuchte ich auf folgende Weise zu einem Resultate zu gelangen. — Geht Oel als solches, ohne eine chemische Umwandlung zu erleiden, durch eine Membran, so muss es auch wasserunlösliche Farbstoffe, mit in die Zellen hineinnehmen. Es wurden daher Culturen von *Aspergillus niger* und *Phycomyces nitens* auf Oel und Oelsäure hergestellt, welche beide mit Alkannin, Chlorophyll oder einem käuflichen, als Oel-Violett oder einem solchen als Oel-Schwarz bezeichneten Fettfarbstoffe gefärbt waren. Von den auf diesen gefärbten Fetten gewachsenen Pilzen enthielt *Phycomyces nitens* deutliche Oeltröpfchen in den Zellen; jedoch waren solche auch in Pilzen nachzuweisen, welche auf Glycerin und Ammontartrat oder auf Traubenzucker-Lösungen gewachsen waren. In keinem Falle konnte indessen eine Färbung der in den Zellen befindlichen Fetttropfen mit Sicherheit nachgewiesen werden. — Das negative Resultat kann aber nicht als Beweis gegen eine derartige Aufnahme der Fette angesehen werden, da die in den Pilzzellen vorhandenen Fetttröpfchen wegen ihrer Kleinheit nur eine sehr starke Färbung würden haben erkennen lassen, und die Farbstoffe überdies auch durch irgend einen Vorgang konnten in der Zellhaut zurückgehalten worden sein.

Somit war es nicht möglich, aus den Pilzculturen sichere Anhaltspunkte über die Aufnahme der Fettsäuren durch die Pilzzellen zu gewinnen.

Versuche über die künstliche Einführung von Fetten in lebende Pflanzenzellen.

Der Grund, weshalb die Pilze keinen Aufschluss über die Aufnahme der Fette und Fettsäuren geben konnten, liegt einestheils in dem Umstande, dass Fetttröpfchen einen häufigen Bestandtheil des Zelleninhaltes derselben bilden, sodann aber auch in der Kleinheit der Zellen. Beide Uebelstände mussten sich bei der Auswahl anderer Versuchsobjekte vermeiden lassen.

Zunächst schienen die Blätter verschiedener Moose ein geeignetes Material zu bilden. Sie bieten ausserdem den Vortheil, dass sie ein ziemlich starkes Austrocknen vertragen. Ich wählte deshalb Moose, welche möglichst grosse Blattzellen besitzen und an trockenen Standorten wachsen. Es kamen verschiedene Arten zur Verwendung, unter anderen auch *Barbula muralis*, *Bryum caespiticum*, *Ceratodon purpureus* und *Atrichum undulatum*. Da, wie Nägeli nachwies, in älteren Blättern häufig Oeltropfen angetroffen werden, so dienten nur die jüngeren Blätter zur Untersuchung; indessen fand ich bei älteren Blättern auch dann nur Oel, und zwar in sehr geringer Menge, wenn schon deutliche Degeneration der Chlorophylkörner eingetreten war.

Die Moose wurden in einem Zimmer, dessen Temperatur nahezu gleichmässig 28° C betrug, 8 Tage lang an der Luft getrocknet. Nach dieser Zeit überzeugte ich mich, dass die Blätter nach dem Aufweichen in Wasser in den Zellen keine Oeltropfen enthielten, sowie dass die Zellen bei Anwendung von 5% Salpeterlösung deutliche Plasmolyse gaben, welche sich durch Ersatz der Salpeterlösung durch Wasser wieder rückgängig machen liess, als Beweis, dass die Zellen nicht abgestorben waren.

Bringt man diese, so getrockneten Moose mit Oel oder Oelsäure zusammen, so saugen sie beides sofort, wie ein Schwamm auf. Um das Eindringen der Fette zu beschleunigen wurden die Moose dann unter die Luftpumpe gebracht. Da beim Evakuiren schnell alle anhängende Luft entfernt wird, so überziehen sich die Moose in kürzester Zeit mit einer vollständigen Fettschicht. Nach einer halben Stunde entfernte ich dann das Oel durch sanftes Pressen zwischen Fliesspapier und warf die Pflanzen in ein Gefäss mit Wasser, worin sie längere Zeit verblieben, indem von Zeit zu Zeit einzelne Exemplare zur Untersuchung herausgenommen wurden.

Es zeigte sich nun, dass die meisten Zellen der Moosblätter noch lebend geblieben waren und noch mit Salpeterlösung Plasmolyse gaben. Einige Zellen, welche abgestorben waren, theils wohl durch das Austrocknen, zum Theil aber auch durch die Behandlung mit dem Oel, gaben sich auf den ersten Blick durch ihren geschrumpften Inhalt als todt zu erkennen.

Diese todten Zellen nun enthielten sehr reichliche Mengen Fett, sowohl von Oel, als auch von Oelsäure, und zwar waren diese, in den Zellen befindlichen Oeltropfen, wenn mit Alkannin gefärbtes Fett verwandt war, ebenfalls deutlich gefärbt. Um zu entscheiden, ob das Oel in die Zellen durch die Zellwand, und nicht durch unbemerkte Risse in derselben, eingedrungen war, wurde den Blättern nach Absaugen des Wassers unter dem Deckglase koncentrirtes Glycerin zugegeben. Es erfolgte dann fast in allen Fällen ein augenblickliches Zusammenklappen der Zellen, da das Glycerin ihnen schneller Wasser entzieht, als es selbst in die Zellen einzudringen vermag. — Wären die Zellwände dagegen verletzt gewesen, so konnte diese Erscheinung nicht eintreten.

In den Zellen, deren Plasmakörper lebend war, liess sich ebenfalls Oel nachweisen, obwohl die in ihnen enthaltene Menge nur sehr gering war, meist nur aus wenigen Tröpfchen bestand. Dieselben befanden sich kurze Zeit, nachdem die Moose aus dem Fett ins Wasser gebracht worden, fast nur zwischen Plasmakörper und Zellwand, wie dies bei Anwendung von Plasmolyse konstatirt werden konnte. Später dagegen, nach 24 und 48 Stunden enthielt auch das Plasma selbst deutliche Oeltropfen, welche, wie man sich mit Bestimmtheit überzeugen konnte, bei längerem Verweilen der Moose im Wasser, von Tag zu Tag kleiner wurden und eine feinere Vertheilung annahmen, also offenbar durch das Plasma emulgirt wurden. — Eine Färbung dieser Oeltropfen war in den lebenden Zellen allerdings nicht zu erkennen, wenn es auch oft den Anschein hatte, sobald man die kleineren Tröpfchen sich vereinigen liess, dadurch, dass man die Blätter mehrere Tage in concentrirtes Glycerin legte. Vielleicht hinderte also nur die feine Vertheilung des Fettes die Erkennung der Farbe. In der That ist auch eine Färbung kleiner Tröpfchen kaum zu erkennen, wenn man mit Alkannin gefärbtes Fett mittelst Gummischleim möglichst fein emulgirt und so unter das Mikroskop bringt.

Dies Eindringen des Fettes in die Zellen beobachtete ich sowohl, wenn ich mit Oelsäure, als auch, wenn ich mit Neutralfett experimentirte. — Letzteres war zur Entfernung freier Säure wiederholt mit Alkohol geschüttelt, wodurch man allerdings, wie Stohmann nachwies, seinen Zweck nur annähernd erreicht. — Man hat es hier entschieden mit einem mechanischen Eindringen des Fettes in die Zellen zu thun, wie dies aus der deutlichen Färbung der in den todten Zellen befindlichen Oeltropfen unzweifelhaft hervorgeht. Es ist auch kein Grund vorhanden, ein mechanisches Eindringen zu bezweifeln, da Oel durch trockene Membranen mit Leichtigkeit hindurchgehen kann. Dazu kommt, dass beim Auspumpen, auch die, in den Zellen befindliche Luft verdünnt worden sein wird, und das Fett beim Wiederkehren des gewöhnlichen Luftdrucks mit einer gewissen Kraft gegen die Zellwände gepresst und dadurch sein Eindringen in die Zellen wesentlich erleichtert wurde. Beim darauf folgenden Einlegen der Moose in Wasser wird nun der Plasmakörper, welcher in den trocknen Zellen jedenfalls nicht überall der Zellwand anlag, bei der Rückkehr der Turgescenz, das, in die lebenden Zellen eingedrungene Fett zum guten Theil wieder nach aussen gepresst haben. Ein Theil desselben blieb jedoch zwischen Plasma und Zellhaut zurück, da letztere gleichzeitig Wasser imbibirte, und dadurch für das Fett einerseits weniger leicht passierbar war, als im trocknen Zustande. Andererseits wird das in die Zellhaut eindringende Wasser auch das, in den intermicellaren Zwischenräumen befindliche Fett theilweise in die Zellen zurückgetrieben haben, da Wasser von einer mit Oel oder Oelsäure benetzten Cellulosehaut das Fett verdrängt, während umgekehrt auf einer Glasplatte Wasser durch Oel zurückgedrängt wird. Ich stellte mir genau nach der von Baranetzky¹) angegebenen Methode Cellulosemembranen her. Dieselben wurden auf einer Glasplatte befestigt, damit sie sich beim Trocknen nicht zusammenkräuselten, und dann an der Luft abtrocknen lassen. Oel, wie auch Oelsäure liessen sich dann leicht in dünner Schicht auf der Oberfläche der Membran ausbreiten, ohne dass sie unter Tropfenbildung zusammenliefen. Brachte ich nun aber von einer Seite her einige Tropfen Wasser auf die Häute, so durchtränkte dasselbe die letzteren und breitete sich auch in dünner Schicht an der Oberfläche aus, indem es dabei langsam das Fett vor sich hertrieb. Letzteres zieht sich zusammen und bleibt

---

1) **Baranezky**, Diosmotische Untersuchungen. Poggd. Annalen 1872. Bd. 147.

schliesslich als einzelne abgerundete Tropfen auf der wasserdurchtränkten Cellulosehaut liegen. In gleicher Weise wird nun auch das von den trockenen Zellwänden der Moosblätter imbibirte Oel von Wasser verdrängt worden sein, und da letzteres die Zellen allseitig von aussen umgab, so wird das in den intermicellaren Zwischenräumen der Zellwände befindliche Fett von dem nachdringenden Wasser in die Zellen hineingetrieben worden sein. Auf einen solchen Vorgang wies schon Hofmeister[1]) hin. Er brachte mit Citronenöl oder Mandelöl durchtränkte Zellhäute in Wasser. Dieses verdrängte dabei das Oel, welches in Tropfenform aus der Cellulosehaut heraustrat.

Wichtiger als der Durchgang des Oeles durch die trockenen Zellhäute ist aber die, demselben folgende Aufnahme der zwischen Zellwand und Protoplasmakörper der Zelle befindlichen Oeltropfen in den letzteren, worauf weiter unten näher eingegangen werden wird.

Moose, welche nicht vorher getrocknet, sondern nur durch sanftes Pressen zwischen Fliesspapier von anhängender Feuchtigkeit befreit worden waren, wurden zwar auch von Oel und Oelsäure benetzt; jedoch war nach zwei Stunden noch kein Eindringen in die Blattzellen bemerkbar. Es ist möglich, dass bei längerer Berührung mit dem Fett auch hier ein Durchgang zu erreichen gewesen wäre; doch sterben dann alle Zellen ab, wahrscheinlich wegen zu langem Abschluss des Sauerstoffes. Aus demselben Grunde gelang es auch nicht, eine Aufnahme von Fetten in die Wurzelhaare von *Trianea bogotensis, Chara spec.* oder in die Blätter von *Valisneria spiralis* zu erzielen.

Als ein vorzügliches Material, für die künstliche Einführung von Fetten in lebende Zellen, deren Wände den normalen Wassergehalt besitzen, erwiesen sich endlich Keimlinge der verschiedensten Pflanzen. Es gelang mir die Einführung bei allen Keimlingen, welche ich versuchte, ebenso bei etiolirten Kartoffeltrieben. Es sind aber Mikrosomen, früh ergrünende Chlorophyllkörner, transitorische Stärke, ebenso ein starker Gerbstoffgehalt der sicheren Erkennung des Oeles in den Zellen sehr hinderlich, so dass die verschiedenen Keimlinge aus diesen Gründen mehr oder weniger brauchbar sind. Die empfehlenswerthesten Versuchsobjecte bilden im Dunkeln erzogene Erbsenkeimlinge, besonders zu der Zeit, wenn die Reservestoffe des Samens verbraucht sind. Um die Herbeiführung dieses Stadiums zu beschleunigen, kann man, ohne der Pflanze zu schaden, nach der Keimung über die Hälfte der Cotyledonen abschneiden. Die Pflanzen erreichen dann im Dunkeln ungefähr eine Grösse von 30—40 cm und sind, sobald das Wachsthum aufhört, für unsere Zwecke vorzüglich brauchbar. Versuche zeigten mir, dass durch Entfernen eines Theiles des Reservemateriales die Fähigkeit der Fettaufnahme weder im günstigen, noch im ungünstigen Sinne beeinflusst wird. Da die Pflanzen indessen nicht so lang werden, so knicken sie an der Einführungsstelle weniger leicht ein, und erhalten sich deshalb länger frisch.

---

[1]) **Hofmeister**, D. Lehre von der Zelle 1867. pg. 226.

Die Einführung geschah in der Weise, dass ich im untersten längeren Internodium, also etwa 3 cm vom Boden entfernt, mit einem feinen scharfen Messer einen etwa 1 cm langen Längsschnitt durch die Mitte des Stengels führte und in denselben vorsichtig einen, mit den zur Verwendung gelangenden Fetten, getränkten Streifen Fliesspapier einschob. Ein solcher Schnitt schädigt die Pflanze nicht in dem Maasse, dass sie abstirbt. Allerdings knicken, besonders grosse Exemplare, leicht nach einigen Tagen an der Schnittstelle ein und vertrocknen langsam von derselben an. Dieser Umstand erklärt sich aber dadurch, dass das Fett sich von dem Einschnitt aus schnell in die umliegenden Gewebe verbreitet. Da es dort nun in sehr grosser Menge vorhanden ist, so erschwert es durch sein massenhaftes Eindringen in die Zellwände den Wassertransport. Es geht dies besonders aus den später zu erwähnenden Versuchen mit festen Fetten hervor. Waren letztere nämlich, wenn auch in sehr reichlicher Menge, nur in den Intercellularen vorhanden, so zeigten die Keimlinge, wenn sie oberhalb der Schnittstelle abgeschnitten wurden, tagelang starke Blutung. Letztere trat aber nicht ein, sobald eine Aufnahme der festen Fettsäuren in die Zellen stattgefunden hatte. — Führt man ferner in den Einschnitt einen Streifen Fliesspapier, das mit festem Paraffin getränkt ist, so wachsen die Pflanzen, ans Licht gebracht, ruhig weiter, ohne dass eine Schädigung durch den Schnitt zu bemerken wäre. Ein gleiches Verhalten zeigten auch Keimlinge, bei denen der Schnitt nicht durch die Mitte des Stengels, sondern nur seitlich durch das Parenchym geführt war. Das Fett verbreitete sich dann in der Höhe der Einführungsstelle nicht auf dem ganzen Querschnitt, besonders wenn es nicht im Ueberschuss geboten wurde, also in nicht ausreichender Menge vorhanden war, die grössere Hälfte seitlich vom Schnitt zu durchtränken. Es trocknete eben dann nur die vom Fett stark-durchtränkte kleinere Hälfte des Stengels an der Einführungsstelle ein, während der übrige Theil frisch blieb und hinreichte, die ganze Pflanze mit Wasser zu versorgen. Dieselbe blieb dann wochenlang frisch und wuchs, ans Licht gebracht ruhig weiter. Zur Untersuchung gelangten natürlich stets nur solche Pflanzen, welche ein völlig gesundes Aussehen hatten und auch an der Einführungsstelle noch keinerlei Anzeichen beginnenden Wassermangels zeigten.

Betrachten wir zunächst die mit reiner Oelsäure angestellten Versuche. — Von der Schnittstelle aus verbreitet sich dieselbe nach oben und unten, indem sie sich durch Capillarität in den angeschittenen Gefässen und den Intercellularen empor zieht. Besonders erfolgt dieses Ansteigen in den, unter der Epidermis gelegenen Gewebspartieen, am wenigsten im Mark. Bei Anwendung von, mit Alcannin gefärbter Oelsäure kann man diese Verbreitung leicht mit blossem Auge verfolgen. Macht man nach einiger Zeit in verschiedener Höhe Querschnitte, so sind dieselben dicht über der Schnittstelle gleichmässig gefärbt; bald jedoch tritt das Mark als hellerer Fleck hervor und dieser wird immer grösser, je weiter nach der Spitze zu der Querschnitt geführt wurde, bis zuletzt nur noch ein feiner rother Ring dicht unter der Epidermis erkennbar ist. Die Schnelligkeit des Aufsteigens kann man aus dem Grunde bei Anwendung gefärbter Oelsäure auch leicht von aussen verfolgen. Die Färbung des Stengels war nach einer Stunde schon 2 cm hoch über dem oberen Rande des Einschnittes erkennbar und nach 12 Stunden war dieselbe durch mehrere Internodien hindurch schon 20 cm weit nach oben vorgedrungen.

Von den Intercellularen aus dringt die Oelsäure in die lebenden Zellen des Gewebes ein. Auch dieses erfolgt mit ziemlicher Schnelligkeit. Drei Stunden, nachdem der mit Oelsäure getränkte Streifen Fliesspapier in den Schnitt eingeführt war, konnte ich schon, 2 cm über dem oberen Rande des letzteren, die ersten Fetttröpfchen in den Zellen mit Sicherheit nachweisen. Ebenso erschienen die Fetttröpfchen überall in den Zellen, 2—3 Stunden, nachdem die von aussen erkennbare Färbung zeigte, dass die Oelsäure in den Intercellularen dorthin gelangt war.

Da die grosse Menge Fett, welche sich in den Intercellularen des angeschnittenen Internodiums befindet, keine deutlichen Bilder zulässt, so beobachtet man das Verhalten des Fettes in den Zellen am besten nicht in dem angeschnittenen Internodium, sondern in Längsschnitten, welche aus dem darüberliegenden oder dem nächstfolgenden Internodium hergestellt wurden, und zwar vortheilhaft am zweiten oder dritten Tage nach der Einführung der Oelsäure. Dort ist dieselbe in den Intercellularen nur noch in so geringer Menge vorhanden, dass sie die Klarheit der Bilder nicht beeinträchtigt, während die Zellen selbst kaum weniger Fetttropfen erkennen lassen. — Dieselben fanden sich in allen lebenden Zellen, doch in ungleicher Menge.

Die Markzellen, deren Plasma nur einen dünnen Wandbelag bildete und eine grosse Vacuole umschloss, enthielt nur dicht über der Einführungsstelle wenige kleine Fetttröpfchen im Plasma eingelagert, wie bei der Plasmolyse deutlich zu erkennen war. Die Zellen des Parenchym hingegen, besonders aber diejenigen der Epidermis und der darunter liegenden Rindenschicht waren ganz ausserordentlich stark mit Fetttropfen erfüllt, welche sich in allen Grössen, von den kleinsten bis zu solchen von 4 μ Durchmesser vorfanden.

In den Zellen befindet sich das Fett am meisten im Plasma eingelagert, in geringer Menge zwischen Plasma und Zellwand, sowie auch zuweilen in der Zellflüssigkeit. Der Beweis dafür, dass die Hauptmasse des Fettes thatsächlich dem Plasma eingelagert ist, ist leicht zu erbringen. Ruft man in den Zellen durch Salpeterlösung Plasmolyse hervor, so sieht man deutlich, wie die Oeltropfen von dem, sich zusammenziehenden

Plasmakörper mit fortgenommen werden und in das Innere der Zelle wandern. Ihre Menge ist häufig so gross, dass dabei eine deutliche Abplattung der Tropfen gegen einander bemerkbar ist. Trotzdem findet dabei aber keine Vereinigung derselben statt. Letztere erfolgt jedoch bald, wenn man das Plasma durch Zusatz von Jodlösung oder Pikrinsäure tödtet. Noch schneller findet dieser Vorgang statt, wenn man dem Präparat nach Absaugen der Salpeterlösung concentrirtes Glycerin zusetzt. Das Plasma wird dadurch sofort getödtet, erstarrt aber nicht momentan, wie bei Tödtung mit Jod oder Pikrinsäure. Während es sich vorher unter dem Gleichgewichtszustand, hervorgerufen durch die osmotische Druckkraft der Salpeterlösung einerseits und des Zellsaftes andererseits, in Ruhe befand, nimmt es bei Zutritt von concentrirtem Glycerin plötzlich eine fliessende Bewegung an, so dass es den Eindruck einer dick-flüssigen Masse macht, welche erst nach Verlauf einiger Minuten erstarrt. Man kann während dieses Vorgangs unter dem Mikroskop das Zusammenlaufen der Oeltropfen leicht verfolgen, welches durch diese Bewegung des getödteten Plasmakörpers wesentlich befördert wird. Betrachtet man das Präparat, nachdem es 24--48 Stunden der Ruhe überlassen wurde, so findet man jetzt in den Zellen nur einen oder wenige grosse Oeltropfen, welche entweder von dem nun körnig und starr gewordenen Plasma umgeben, oder auch aus ihm herausgetreten sind und ihm äusserlich anhaften.

Zwischen Zellwand und Plasmakörper ölhaltiger Zellen bemerkt man nach stattgehabter Plasmolyse sehr häufig einen oder wenige kleine Oeltröpfchen. Ich habe dieselben indessen lange nicht in allen Zellen angetroffen, selbst wenn letztere sehr reichlich Fett aufgenommen hatten; im Durchschnitt fand ich die Oeltröpfchen bei 40 – 50% der Zellen. Diese Oeltröpfchen zeigen eine sehr lebhafte Molekularbewegung, während die, im Plasma eingebetteten, selbst wenn sie viel kleiner sind, kaum eine Bewegung erkennen lassen. Man kann sich durch sehr genaue Einstellung sicher davon überzeugen, dass diese Oeltröpfchen auch wirklich in den Zellen liegen und nicht etwa ausserhalb derselben oder in einer darüber liegenden angeschnittenen Zelle. Diese Sicherheit ist allerdings nicht immer ganz leicht zu erlangen, da bei der Contraction des Plasmakörpers zwischen diesem und der oberen Zellwand ein, von Salpeterlösung erfüllter Raum entsteht, in welchem die, ausserhalb des Plasmakörpers liegenden Oeltröpfchen in lebhafter Molecularbewegung umhertanzen. In zweifelhaften Fällen beobachtet man am besten bei einer durch sehr verdünnte Salpeterlösung hervorgerufenen, sehr langsamen Plasmolyse, oder indem man letztere durch allmählige Verdünnung der angewandten Salpeterlösung langsam wieder rückgängig macht. Bei Rückkehr des Turgor bemerkt man dann, wie der Tropfen von dem Plasmakörper an die Zellwand angepresst wird.

Dass diese, zwischen Zellwand und Plasma befindlichen Tröpfchen wirklich Oelsäure sind, ergiebt sich aus ihrer Löslichkeit in Alkohol; denn eine Färbung mit Alcannatinktur lassen sie wegen ihrer Kleinheit nicht erkennen.

Könnte die Oelsäure die Zellhaut nicht ohne direkte Mitwirkung des Plasmakörpers durchdringen, oder wäre die Plasmahaut für dieselbe impermeabel, so könnten die, zwischen Zellwand und Plasmakörper befindlichen Tröpfchen auch mit einem Theil des Plasma von diesem bei der Plasmolyse losgerissen worden sein, wie dies thatsächlich bei schneller Plasmolyse mittelst concentrirter Salpeterlösung möglich ist. Die Tröpfchen müssten dann mit einer sehr dünnen Plasmahülle umgeben sein. Eine solche ist indessen weder mit Hülfe sehr starker Vergrösserungen, noch von Reagentien nachzuweisen, auch blieb beim Lösen der Tropfen in absolutem Alkohol keine Plasmahaut zurück. Endlich finden sich diese Tröpfchen auch beim langsamen Abheben des Plasmas von der Zellwand mittelst sehr verdünnter Salpeterlösung, wobei jedenfalls die zum Abreissen von Plasmatheilen nöthige Kraft nicht vorhanden ist.

In der gleichen Weise, wie mit Oelsäure, experimentirte ich nun auch mit Mandelöl, das ja fast lediglich aus dem Oelsäuretriglycerid besteht, und durch wiederholtes Schütteln mit Alkohol möglichst von freier Säure befreit war, ferner auch mit einem Gemisch dieses Oeles mit 10 und mit 20% freier Säure. — Dabei zeigten sich keine äusseren Verschiedenheiten bei dem Eindringen der Fette in die Pflanzen. Nur die Schnelligkeit, mit der dieselben in den Intercellularen aufstiegen und von den Zellen aufgenommen wurden, ist eine verschiedene, sie nimmt mit fallendem Gehalt an freier Säure ab. Während reine Oelsäure eine Stunde nach der Einführung schon 2 cm hoch, nach 12 Stunden aber 15—20 cm weit vorgedrungen war, so war reines Mandelöl nach 12 Stunden erst 7 cm, solches mit 10 und 20% freier Säure nur 9—10 cm über der Schnittstelle in den Intercellularen nachweisbar.

Ebenso wird das Eindringen der Fette in die Zellen mit dem Fallen des Säuregehaltes verlangsamt. Oel mit 20% freier Säure trat erst nach 24 Stunden, solches mit 10% Säure erst nach 48 Stunden in nachweisbarer Menge in den Zellen auf. Die Quantität desselben nahm allmählig in den folgenden Tagen zu, erreichte jedoch nie die Grösse, wie bei Anwendung reiner Oelsäure. Bei reinem Mandelöl habe ich erst nach 10 Tagen in den Zellen der Epidermis und der darunter liegenden Gewebe geringe Mengen Oel nachweisen können; auch nach weiteren 10 Tagen hatte dieselbe nicht deutlich zugenommen.

Es ist sehr schwer, so kleine Mengen Oel, wie sie in diesem Falle fein vertheilt im Plasma vorkommen, mit Sicherheit zu identificiren. Die sonst gebräuchliche Alcanna-Reaction lässt hier wegen der Kleinheit der Tröpfchen vollkommen im Stich. Ausserdem führen die Zellen meist auch andere körnige Bestandtheile, welche sehr kleinen Oeltropfen ähneln, und bei denen auch das Lichtbrechungsvermögen keine ganz zuverlässige Unterscheidung gestattet. — Da nun keine andere Möglichkeit gegeben war, das Oel bestimmt als solches nachzuweisen, so war ich darauf beschränkt, mir die nöthige Sicherheit in der Erkennung durch Combination mehrerer, einander ergänzender Reactionen zu verschaffen. In der That gelang mir dies auch in den meisten Fällen, wenn auch durch sehr umständliche und langwierige Manipulationen. Vor allem ist es nöthig, um Täuschungen auszuschliessen, von vornherein eine Zelle sicher im Gesichtsfelde des Mikroskopes zu fixiren, und alle Operationen auf dem Tische des Mikroskopes unter steter Beobachtung auszuführen. Die Schnitte kamen zuerst in eine 7% Salpeterlösung. Man konnte dabei, indem man die Plasmolyse unter dem Mikroskop verfolgte, deutlich unterscheiden, welche von den in der Zelle befindlichen Körnchen im Plasmakörper verbleiben. Jetzt erfolgt die Einstellung einer bestimmten Zelle, die ein Resultat zu geben verspricht, und Fixirung des Präparates auf dem Mikroskoptische. Nach beendeter Plasmolyse wurde dann die Salpeterlösung durch concentrirtes Glycerin ersetzt, indem man von der einen Seite die Salpeterlösung vom Rande des Deckgläschens absaugt, da es darauf ankommt, dass sich das Glycerin nicht mit derselben vermischt, sondern unverdünnt an das Präparat gelangt. Dabei erkennt man durch anfängliches Zusammenfallen der Zellhäute auch, dass diese unverletzt sind und etwaige Oeltropfen nicht durch einen Riss oder dergleichen in die Zelle gelangt sind. Durch die Wirkung des Glycerins findet die oben beschriebene Degeneration des Plasmakörpers statt, welche man solange verfolgt, bis die anfangs fliessende Plasmamasse starr geworden ist, und man sie später wieder erkennen kann. Unter zeitweiliger Controlle überlässt man das Präparat 24—48 Stunden der Ruhe, um den Oeltröpfchen möglichst Zeit zu gewähren, sich zu grösseren Tropfen zu vereinigen und dadurch die Möglichkeit der Erkennung zu erleichtern. Sobald dies geschehen, prüft man mittelst Jodlösung auf die Anwesenheit transitorischer Stärke, die ebenfalls leicht zu Verwechselungen Veranlassung geben kann. Dabei nehmen Fetttropfen eine glänzend gelbe Farbe an, während Mikrosomen und Leukoplasten mehr mattgelb erscheinen. — Das Jod wird dann durch verdünnten Alkohol entfernt und durch eine, aus 70% Alkohol bereitete Alcannatinctur ersetzt, welche ihrerseits durch verdünntes Glycerin verdrängt wird. Wegen des in den Intercellularen befindlichen Oeles muss man die Alcannatinctur etwas länger als gewöhnlich wirken lassen. Dabei lässt sich nun nicht vermeiden, dass auch das todte Plasma etwas gefärbt wird, doch ist die Färbung desselben eine matt-rothbraune, von dem sich die grösseren

Oeltröpfchen durch eine glänzend-rothe Farbe abheben. Endlich wurden dann die Präparate nach einander mit Alkohol, Aether, wieder mit Alkohol und verdünntem Glycerin behandelt, um die Löslichkeit der Tropfen in denselben zu prüfen. Durch diese, sich einander ergänzenden Reactionen konnte ich fast in allen Fällen unterscheiden, ob ich es wirklich in den Zellen mit Oeltröpfchen zu thun hatte, wo mich die eine oder andere Prüfung im Stich liess.

Die geringe Menge Fett, welche sich bei Anwendung von Mandelöl nach frühestens 10 Tagen in Erbsenkeimlingen nachweisen lässt, kann indessen doch noch auf Vorhandensein freier Säure zurückgeführt werden. Einerseits ist Oel durch Schütteln mit Alkohol nicht völlig von freier Säure zu befreien, und dann findet sich das Neutralfett in den Intercellularen in steter Berührung mit Luft und Wasser, also unter Bedingungen, welche eine spontane Spaltung desselben sehr begünstigen. — Andererseits kann aber von den Zellen selbst eine solche Spaltung nur in sehr untergeordnetem Maasse hervorgerufen sein; denn in dem Falle musste der Eintritt des Oeles in die Zellen in viel reichlicherem Maasse und bedeutend schneller erfolgen, da, wie wir aus den Pilzculturen sahen, Pilze deren Zellen sich erst entwickeln mussten, in 5 Tagen in dem Oel 24,5% freier Säure abspalteten und Oel mit 20% freier Säure sich in 24 Stunden mit Sicherheit und in viel grösseren Mengen in den Zellen nachweisen liess, als dies jemals beim Mandelöl der Fall war. Die Versuche beweisen demnach entschieden die Unfähigkeit reinen Neutralfettes ohne Mitwirkung freier Säure, die Zellhaut zu durchdringen.

Es war nun aber möglich, dass die Einführung von Neutralfetten bei solchen Pflanzen gelingen könnte, bei deren Entwickelung aus ölhaltigen Samen Oelwanderung stattfindet, und deren Zellen daher für die Aufnahme von Oel geeigneter sein konnten, da die Pflanzen vielleicht der Verarbeitung von Oel besonders angepasst sind. Ferner mussten auch anders zusammengesetzte Oele berücksichtigt werden, besonders die Leinölsäure, welche, wie wir später sehen werden, für die Oelwanderung besonders geeignet ist.

Es wurden deshalb Keimlinge von *Helianthus annuus* und *Ricinus communis* durch Aushungern von den in ihren Zellen befindlichen Reservestoffen befreit, und nun mit ihnen dieselben Versuche angestellt, wie dies bei den Erbsenkeimlingen mit Mandelöl und Oelsäure geschehen. Als Fette wurden die, aus den Samen beider Pflanzen durch Extraction mit Aether erhaltenen Fette, sowie die aus diesen dargestellten freien Säuren verwandt. Von diesen Oelen besteht das von *Helianthus* zum grossen Theil aus dem Triglyceride der Leinölsäure, und bei der Entwickelung von *Helianthus annuus* findet thatsächlich Oelwanderung statt. Diese Versuche ergaben jedoch dieselben Resultate. Die Neutralfette liessen nach 5 Tagen noch keine Aufnahme in die Zellen erkennen, während die freien Säuren leicht eindrangen, und Gemische derselben mit den Neutralfetten um so schneller, je höher ihr Gehalt an freier Säure war.

Es erübrigte nun noch, festzustellen, ob Pflanzen von den Intercellularen aus auch feste Fette aufnehmen können, da die Möglichkeit der Verarbeitung derselben durch die Versuche mit Pilzculturen festgestellt war, und auch feste Fette zuweilen als Reservestoffe vorkommen. Zu den Versuchen dienten, wie bisher die Keimlinge von *Pisum sativum* sowie solche von *Vicia Faba*. — Als Fett wurde Cacaobutter gewählt, da dieselbe schon bei 29° schmilzt. Bei höherer Temperatur schmelzende Fette sind für die Einführung deshalb nicht brauchbar, weil die Pflanzen bis über den Schmelzpunkt des Fettes erhitzt werden müssen, und dieselben eine Temperatur über 40° nicht aushalten dürften. Die angewandte Cacaobutter, welche aus den Glyceriden der Palmitinsäure, Stearinsäure, Arachinsäure und Oelsäure besteht, enthielt fast gar keine freie Säure; denn 1 gr derselben in siedendem Alkohol gelöst, wurde durch einen Tropfen ½ normal Kalilauge schon alkalisch. Wurden nun Papierstreifen, welche mit geschmolzener Cacaobutter getränkt waren, nach dem Wiedererstarren in die Schnitte der Keimlinge eingeführt, so wuchsen die letzteren ruhig weiter, ohne dass jemals ein Vordringen der Cacaobutter in die Intercellularen oder eine Aufnahme des Fettes in die Zellen stattgefunden hätte. Auch irgendwelche Schädigung der Pflanzen durch die Einführung war nicht zu bemerken. Wurden die Pflanzen zwei bis drei Stunden im Brütofen bei 38° gehalten, so schmolz die Cacaobutter wieder, und stieg nun, gerade, wie die Oelsäure in den Intercellularen der Pflanzen auf. Bei Anwendung gefärbten Fettes konnte man genau sehen, wie weit dasselbe vorgedrungen war. Die Pflanzen wurden nun wieder in gewöhnliche Temperatur gebracht, so dass das Fett in den Intercellularen erstarrte, und nun von Zeit zu Zeit Schnitte gefertigt, und zwar in einer Höhe, wohin das Fett eben noch in den Intercellularen vorgedrungen war. Es war also hier nur sehr kurze Zeit flüssig in den Intercellularen gewesen, und dann sofort erstarrt. Ein Eintritt des Fettes in die Zellen fand selbst nach längerer Zeit nicht statt. Ebenso wenig geschah dies aber auch, wenn die Pflanzen mehrere Tage im Brütofen verblieben waren, das Fett also während dieser Zeit flüssig in den Intercellularen geblieben war. — Im letzteren Falle ergaben also die Versuche dieselben Resultate wie flüssige Neutralfette, nur mit dem Unterschiede, dass hier selbst nach 10 Tagen kein Eindringen zu bemerken war, nach welcher Zeit die Pflanzen anfingen zu Grunde zu gehen.

Eben diese Versuche wurden nun auch mit festen freien Fettsäuren wiederholt. Als solche dienten einerseits die aus der Cacaobutter dargestellten Säuren, da diese aber eine geringe Menge Oelsäure enthalten, so wurde andererseits auch mit reiner Palmitinsäure experimentirt. Die Schmelzpunkte dieser Säuren liegen nun aber zu hoch, als dass sie direkt verwendbar gewesen wären; die Säuren der Cacaobutter schmelzen bei 51°, die verwandte Palmitinsäure sogar erst bei 62°. Die Säuren wurden daher mit soviel reinen, entsäuerten Mandelöls zusammengeschmolzen, so dass ihre Schmelzpunkte auf 35° erniedrigt wurden. Parallelversuche mit Pflanzen, welche denselben Bedingungen unterlagen, zeigten, dass das verwandte Mandelöl nicht in die Zellen aufgenommen wurde. Während eines zweistündigen Aufenthaltes im Brütofen drangen die Säuren in reichlicher Menge in die Intercellularen ein, und erstarrten in denselben, sobald die Pflanzen auf gewöhnliche Temperatur abgekühlt wurden. Ein Eindringen der erstarrten Säuren in die Zellen fand jedoch in keinem Falle statt, selbst nicht nach 14 Tagen, während welcher Zeit die Pflanzen völlig frisch geblieben waren und beim Abschneiden oberhalb der Einführungsstelle sogar stark bluteten. — Verblieben dagegen die Pflanzen zwei Tage lang im Brütofen, so waren die Fettsäuren in sehr reichlicher Menge in die Zellen der Pflanzen eingedrungen, in denen sie dann beim Sinken der Temperatur erstarrten. Beim vorsichtigen Erwärmen der aus den Pflanzen hergestellten Längsschnitte auf 40° schmolzen die in den Zellen befindlichen Fettmassen. Dann konnte man auch constatiren, dass die Zellen noch lebten; denn mit, auf 40° erwärmter, 5% Salpeterlösung gaben sie deutliche Plasmolyse, welche beim Ersatz der Salpeterlösung durch, ebenfalls auf 40° erwärmtes Wasser wieder rückgängig wurde. Während also die Fettsäuren im geschmolzenen Zustande, ebenso, wie die Oelsäure leicht in die Zellen eindringen konnten, fand dagegen keine Aufnahme in die Zellen statt, sobald sie in den Intercellularen erstarrt waren.

Ganz in derselben Weise wurden endlich auch Versuche mit einem Gemenge von freier Oelsäure und Cacaobutter angestellt, welches so gewählt war, dass sein Schmelzpunkt bei 23° lag; es enthielt ungefähr 30—40% freier Oelsäure. Wurde es, wie angegeben in den Intercellularen erstarren gelassen, so fand keine Aufnahme in die Zellen statt. Im geschmolzenen Zustande geschah dies jedoch leicht und schnell. Waren die Pflanzen zwei Tage lang im Brütofen verblieben, und dann auf 17° C abgekühlt, so zeigte es sich, dass die Zellen reichlich mit Fett erfüllt waren. Die Fetttröpfchen waren ziemlich fein im Plasma vertheilt und zeigten kein glänzendes, sondern ein matt-körniges Aussehen. Bei Einwirkung von concentrirtem Glycerin fand im Gegensatz zu reiner Oelsäure kein merkliches Zusammenfliessen der Fetttropfen statt. Es unterlag somit keinem Zweifel, dass letztere im festen Zustande im Plasma eingebettet waren. Wurden die Präparate schwach erwärmt, so schmolzen die Fetttröpfchen, indem sie das gewöhnliche glänzende Aussehen annahmen. Verblieben die Präparate einige Stunden im Brütofen, so liess sich auch ein deutliches Zusammenlaufen der Fetttropfen erkennen, während dies bei niedrigerer Temperatur selbst nach mehreren Tagen nicht eintrat. Es ergiebt sich daraus, dass das in die Zellen eingedrungene Fett bei gewöhnlicher Temperatur fest war, daher als ein Gemenge von Oelsäure und Cacaobutter anzusprechen sein wird. Da nun letztere in Parallelversuchen unter sonst gleichen Bedingungen nicht in die Zellen eindrang, so kann sie hier nur durch Vermittelung der freien Oelsäure in dieselben hineingelangt sein.

Schliesslich wurden auch Einführungsversuche mit Paraffinöl gemacht. Dasselbe besteht bekanntlich aus hochsiedenden flüssigen Kohlenwasserstoffen der Zusammensetzung $C_n H_{2n+2}$. Dasselbe verbreitete sich ebenso, wie die angewandten Oele in den Intercellularen, drang jedoch niemals in die Zellen ein. Letztere liessen dabei keinerlei Schädigung erkennen.

Alle bisher mitgetheilten Versuche wurden zum Theil mit gefärbten Fetten angestellt, da man bei denselben leicht von aussen verfolgen konnte, wie weit sie in den Intercellularen vorgedrungen waren. Als Farbstoffe dienten Alcannin, Chlorophyll, ferner die käuflichen, als Oel-Violett und Oel-Schwarz bezeichneten Fettfarben. Dieselben sind in Wasser unlöslich, leicht dagegen in Alkohol und fetten Oelen. Wegen ihrer Unlöslichkeit in Wasser können sie nur dann in die Zellen eindringen, wenn sie in einer anderen Flüssigkeit gelöst sind, welche ohne Zersetzung Zellhaut und Plasmahaut zu durchdringen vermag. Würde also das in die Zellen eingedrungene Fett den Farbstoff mit in dieselben hineintransportirt haben, so wäre dies ein Beweis dafür, dass das Oel bei seinem Durchgange durch die Zellwand und die Plasmahaut nur in solche Körper zersetzt worden sein kann, welche ihrerseits ebenfalls Lösungsmittel der Farbstoffe sind. Nun konnte ich aber niemals an den, in den Zellen befindlichen Fetttropfen eine Färbung mit Sicherheit erkennen. Zuweilen schien allerdings, besonders bei Anwendung von Alcannin, eine schwache Färbung der grösseren Oelmassen nach dem Zusammenlaufen in Glycerin, vorhanden zu sein. Da jedoch die Intercellularen reichlich gefärbte Oelsäure enthielten, so kann diese Färbung auch nur eine scheinbare gewesen sein. — Immerhin wurde aber, wenn überhaupt etwas von dem Farbstoff in die Zellen eingedrungen war, doch die Hauptmasse desselben von den Zellwänden zurückgehalten. Demzufolge war auch in verschiedenen Fällen eine deutliche Färbung der Zellwände bemerkbar, durch welche das Fett seinen Durchgang genommen hatte.

Auffallend war es, dass in den obersten Internodium, ungefähr 25 cm über dem Einschnitt, bei der Einführung von Oelsäure, diese noch reichlich in den Zellen und auch theilweise in den Intercellularen vorhanden war, jedoch hier auch in letzteren keine Färbung mehr erkennen liess. Das Fett hatte also, ohne in die Zellen eingedrungen zu sein, auf dem langen Wege, welchen es in den Intercellularen von der Einführungsstelle an bis in die oberen Internodien zurückgelegt, seinen Farbstoff verloren. Derselbe war ihm jedenfalls nach und nach von den Zellwänden entzogen worden.

Eine Verarbeitung der eingeführten Fettsäuren habe ich nicht nachweisen können. Dienten zu den Versuchen Pflanzen, welche nach dem vollständigen Aushungern so lange im Dunkeln gehalten waren, bis sie keine Wachsthumszunahme mehr erkennen liessen, so fand eine solche auch nicht statt, wenn die Pflanzen nach Einführung der Oelsäure weiter im Dunkeln verblieben. Ebenso wenig trat in denselben jemals Stärke oder Zucker auf.

Die künstliche Einführung von Fetten in lebende Zellen beweist jedenfalls, dass Zellhaut und Plasmahaut unter gewissen Bedingungen für Fette permeabel sind. Für die Art und Weise der Aufnahme sind dagegen verschiedene Möglichkeiten gegeben, für deren geringere oder grössere Wahrscheinlichkeit sich durch Vergleich der gemachten Beobachtungen einige Schlüsse ergeben. Diese werden wohl auch für die Aufnahme der Fette durch die Pilzmycelien gelten können, und auch wegen der Aehnlichkeit der gegebenen Bedingungen von einiger Bedeutung für die, bei der Keimung ölhaltiger Samen vorkommende Oelwanderung sein.

Bei der Einführung der Oelsäure in die Zellen der Keimlinge fand die Aufnahme wohl nur von den Intercellularen aus statt, welche mit dem Fette stark erfüllt sind. Allerdings findet man im vierten oder fünften Internodium über dem angeschittenen zuweilen Partieen, in denen die Zellen ebenfalls reichlich Oelsäure enthalten, doch solche in den Intercellularen nicht mehr vorhanden ist. Es liess sich jedoch nicht nachweisen, ob hier etwa auch eine Wanderung des Fettes von Zelle zu Zelle stattgefunden, was ja möglich wäre, doch nicht wahrscheinlich, da für dieselbe die nöthige Ursache, nämlich die Verarbeitung zu fehlen scheint.

Ueber die Aufnahme der Fette in die Zellen entscheidet die Zellhaut. Die Plasmahaut ist für Fette leicht permeabel, und zwar sowohl für freie Fettsäuren, als auch für Neutralfette, welche letztere von den Zellen nicht aufgenommen wurden. Die Permeabilität der Plasmahaut für Neutralfett wies Pfeffer an Myxomyceten-Plasmodien nach, indem er gefärbtes Fett in feiner Vertheilung, das er durch Schütteln von Milch mit Alcannatinctur erhielt, sowie auch grössere Oeltropfen von denselben aufnehmen liess, wobei es gefärbt in die Plasmodien eindrang und theilweise ebenso wieder ausgestossen werden konnte. Ein gleiches zeigen auch die angeführten, mit trocknen Moosen angestellten Versuche. Bei denselben ging das Oel ohne Schwierigkeit durch die trockene Zellwand hindurch.

Das, zwischen Zellwand und Plasma befindliche Fett wurde dann beim Einlegen der Moose in Wasser von dem Plasma aufgenommen, und zwar sowohl, wenn es aus Neutralfett, als auch, wenn es aus freier Oelsäure bestand. Der Durchgang durch die Plasmahaut geschieht hier jedenfalls in der Weise, dass das Fett, wie ein fester Körper durch dieselbe hindurch gepresst wird, indem es dabei die Micellen derselben auseinander drängt [1]). Das Oel steht ja hier unter einem gewissen Druck, indem der Plasmakörper im Wasser seinen Turgor wiedererlangt und nun das in der Zelle befindliche Fett gegen die Zellwand presst. Da letztere aber ebenfalls Wasser imbibirt hat, so kann das Fett nicht so leicht aus der Zelle herausgepresst werden, als es durch die trockene Zellhaut in dieselbe eindrang.

Bei der Aufnahme der Fette in die Zellen der Keimlinge spielt das Plasma aber immerhin eine nicht unbedeutende Rolle, doch nur in dem Sinne, dass es die Menge des eindringenden Fettes zu bestimmen scheint. So finden wir, dass die Markzellen, welche nur einen sehr dünnen Wandbelag von Plasma enthalten, das überdies die geringste Störung zeigt, nur da Fett enthalten, wo solches in grosser Menge geboten ist, also in der Nähe der Einführungsstelle, und auch hier nur in sehr geringer Menge. Man sollte meinen, dass das Plasma das eingedrungene Fett in solchem Falle in die grosse, fast das ganze Zellinnere ausfüllende Vacuole hineinstossen würde. Indessen habe ich in den Vacuolen der Markzellen keine Oeltröpfchen nachweisen können. Letztere finden sich im Zellsaft nur zuweilen in den sehr stark mit Fett erfüllten Parenchymzellen. Diese besitzen ja den relativ mächtigsten Plasmakörper, der eine lebhafte Strömung zeigt. Ausserdem wird das Parenchym auch durch sein stark entwickeltes Intercellularsystem in der Fettaufnahme unterstützt. Am meisten aber tritt das Fett in den Epidermiszellen und in denen, der dicht unter der Epidermis liegenden Zellschichten auf. Für diese wies De Vries [2]) auch die stärkste Plasmabewegung nach, so dass letztere vielleicht für die Aufnahme des Fettes vortheilhaft ist, indem sie es nach seinem Durchgang durch die Plasmahaut im Plasmakörper vertheilt. Möglich ist es auch, dass nur die Mächtigkeit des Plasmakörpers bestimmend wirkt.

Somit ist es auch verständlich, dass in den entfernteren Theilen der Pflanzen, sowie bei Einführung von nur wenig Fett, diese Zellen fast ausschliesslich dasselbe aufgenommen haben. Hier erfolgte das Eindringen schneller und demzufolge musste auch eine Strömung des Fettes in den Intercellularen nach diesen Gewebeschichten hin stattfinden.

---

[1]) Pfeffer, Osmotische Untersuchungen 1877. pg. 154.

[2]) De Vries, Ueber die Bedeutung der Circulation und Rotation des Protoplasma für den Stofftransport in der Pflanze. Bot.-Zeitg. 1885.

Während trockene Zellhäute Fetten einen Imbibitionsdurchgang gestatten, wie dies aus der Färbung der, in die todten, aber nicht verletzten Zellen von Moosblättern eingedrungenen Fette hervorgeht, gilt dies nicht so für wasserdurchtränkte Membranen. Für thierische Häute ist bekannt, dass man Oele nur unter sehr starkem Druck durch dieselben pressen kann. Auch für pflanzliche Membranen gilt dasselbe, und zwar, wie ich mich überzeugte, genau ebenso für freie Oelsäure, wie für Neutralfette. — Leider konnte ich wegen Mangel an Apparaten den dazu nöthigen Druck nicht ermitteln. Ich spannte künstliche Cellulosemembranen über eine abgeschliffene Glasröhre, die ich andererseits mit einem Gummischlauche verband. Unter die Membran wurden einige Tropfen der Fette gebracht, dann eine kurze Wassersäule und der übrige Theil der Röhre, sowie der Gummischlauch mit Quecksilber gefüllt. Durch beliebiges Heben und Senken des Schlauches konnte man dann mit stärkerem oder geringerem Druck das Fett gegen die Cellulosehaut pressen. Allerdings konnte ich bei Anwendung letzterer den Druck nicht über 200 mm Quecksilber steigern, da dieselbe dann platzte. Doch ging bei diesem Druck weder Oelsäure noch Leinölsäure noch ihre Triglyceride oder Gemische letzterer mit den freien Säuren, selbst bei 8 Tage langer Berührung, hindurch, sobald nur durch eine, über die Membran gestürzte feuchte Kammer ein Austrocknen derselben verhindert wurde. — Wandte ich Pergamentpapier statt der Cellulosehäute an, so konnte ich den Druck mit demselben Resultate bis zu 1200 mm Quecksilber steigern. Einen grösseren Druck konnte ich auch hier nicht anwenden, da die das Quecksilber enthaltenden Gummischläuche platzten, und ich andere Apparate hätte verwenden müssen, welche mir zur Zeit dieser Versuche nicht zur Verfügung standen. Immerhin zeigen letztere aber, die sehr wichtige Thatsache, dass sich die freien Fettsäuren, ebenso, wie die Neutralfette, nur unter Anwendung sehr starker Druckkräfte durch wasserdurchtränkte Membranen hindurchpressen lassen. Es folgt daraus weiterhin, dass lebende Zellhäute besondere Eigenschaften besitzen müssen, vermöge welcher den Fetten der Durchgang durch dieselben ermöglicht ist. Letzterer ist aller Wahrscheinlichkeit nach kein Imbibitions-Durchgang.

Eine andere Frage ist es freilich, ob nicht Oelsäure, doch in minimaler Menge in Wasser oder in der Zellflüssigkeit löslich ist, und wie dies bei der Speicherung von Farbstoffen bekannt ist, welche selbst bei Lösungen von 1 : 10 Millionen noch stattfindet[1]), kann, unter sonst gegebenen Bedingungen, auch die geringste Löslichkeit zu einer Anhäufung in Zellen führen. Es würde indessen dann schwierig sein, zu erklären, wie die Neutralfette durch die Mitwirkung der freien Säuren in die Zellen hineingeschafft wurden. —

---

[1]) Pfeffer, Ueber die Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. (Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. Bd. II. 1886.

Eine Mitwirkung des Plasmakörpers durch ausgeschiedene Sekrete erscheint zweifelhaft, da in den Intercellularen befindliche feste Fettsäuren nicht von den Zellen aufgenommen wurden, während sie im geschmolzenen Zustande leicht Eingang fanden, wie dies aus den Versuchen mit Cacaobutter und Palmitinsäure hervorgeht. Bei den Pilzen findet dagegen eine derartige Aufnahme der festen Fette statt. — Auf die, wenn überhaupt vorhanden, wenigstens minimale Spaltung der, in den Intercellularen befindlichen Neutralfette wurde schon oben hingewiesen. Thatsächlich existiren ja fettspaltende Fermente in den Zellen der Keimlinge ölhaltiger Samen[1]; doch scheint es eben fraglich, ob diese, wie bei den Pilzen von den Zellen ausgeschieden werden. —

Berücksichtigen wir nun, dass reine Neutralfette nicht in die Zellen eindringen, freie Säuren aber leicht, und durch ihre Mitwirkung auch Neutralfette in die Zellen hineinschafft werden, das Vorhandensein freier Säure also für die Aufnahme der Fette in lebende Zellen unerlässlich ist; erwägen wir weiter, dass todte, wasserdurchtränkte Membranen für die freien Säuren ebenso impermeabel sind, wie für Neutralfette, so erhellt daraus, dass die Aufnahme der Fette in lebende Zellen durch eine Wechselwirkung zwischen der lebenden Zellhaut und den freien Fettsäuren bedingt ist. — Die beobachteten Erscheinungen sprechen am meisten dafür, dass hier die Bildung löslicher, seifenartiger Fettsäure-Verbindungen in Betracht kommt, welche höchst wahrscheinlich von einer theilweisen Emulgierung des Fettes begleitet ist.

Die Bildung wasserlöslicher Fettsäure-Verbindungen, und eine dadurch hervorgerufene Emulgirung von Fetten, welche freie Säuren enthalten, ist für verschiedene Körper bekannt. Diese Erscheinungen wurden zuerst mit einer Lösung von Natriumcarbonat von Gad[2]) beobachtet, dann bei Lösungen von Natriumcarbonat, Natriumphophat, sowie bei Hühnereiweiss von Quincke[3]) näher, besonders in physikalischer Beziehung, untersucht. — Pacht[4]) zeigte weiter, dass auch concentrirte Zuckerlösungen, und zwar solche von Rohrzucker und Maltose in höherem Maasse als von Glykose Fette zu lösen im Stande sind. Diese Fähigkeit wird schon durch einen sehr geringen Gehalt der Fette an freien Säuren beträchtlich erhöht. Ausserdem findet mit der Lösung zugleich starke Emulsionsbildung statt. Ausser den genannten Körpern wird es sicher aber noch eine ganze Reihe anderer geben, welche zur Bildung analoger Verbindungen befähigt sind.

---

1) Sigmund, Monatshefte für Chemie 11. 272—276. 1890.

2) Joh. Gad, Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1878 pg. 181 ff.

3) Quincke, Pflügers Archiv 1879. pg. 136. — Dgl. Poggd. Annalen d. Chem. u. Phys. N. F. 35. pg. 594 ff. 1888.

4) Pacht, Untersuchungen über d. Verhalten der Fette zur Zuckersolutionen. Inaug.-Dissert. Dorpat 1888. Ref.: Centralbl. f. Physiologie 1889. pg. 688.

Es ist nun die Frage, ob das in die Zellen eingedrungene Fett als solches in emulgirter Form die Zellwand passirt hat, oder nur als lösliche Seife in die Zellen eingedrungen ist, welche dort unter Regeneration des Fettes wieder zersetzt wurde. Für letzteren Vorgang würde es sprechen, wenn bei Anwendung eines Gemenges von Neutralfett und freier Säure, das in den Zellen vorhandene Oel nur aus freier Säure bestehen würde. In diesem Falle würde dann nur die freie Säure in Form einer Seife in die Zellen eingedrungen sein, während das Neutralfett in den Intercellularen zurückblieb, weil es nicht zur Bildung einer solchen Verbindung befähigt ist. Von mikrochemischen Reactionen lassen sich zur Unterscheidung eines Gemenges von Neutralfett und freier Säure von letzterer, nur Lösungsverhältnisse verwenden. Ich verglich daher die Löslichkeit der, aus einem Gemisch von Neutralfett mit 10% freier Säure in die Zellen aufgenommener Fetttropfen mit gleichfalls in die Zellen eingedrungener reiner Oelsäure in ihrem Verhalten gegen Eisessig, Chloralhydratlösung (5:2) und Alcohol in verschiedenen Concentrationen. Sind nun auch Neutralfette, besonders bei Gegenwart freier Säuren in diesen Lösungsmitteln ebenfalls löslich, so glaube ich doch aus der anscheinend schwierigeren Löslichkeit schliessen zu dürfen, dass aus einem Gemenge von Neutralfett mit freier Säure nicht nur letztere allein in die Zellen eindringt, sondern die in letzteren befindlichen Fetttropfen ebenfalls Gemenge von Neutralfett mit freier Säure bilden. Mehr noch als durch das Verhalten der Tropfen gegen Lösungsmittel wird dies durch folgende Beobachtung bewiesen. Bei den Versuchen mit Palmitinsäure, war diese zur Erniedrigung des Schmelzpunktes mit entsäuertem Mandelöl zusammengeschmolzen. Blieben die Versuchspflanzen zwei Tage lang im Brütofen bei 38°, so drang das bei dieser Temperatur flüssig bleibende Fettgemisch in reichlicher Menge in die Zellen ein, in denen es beim Abkühlen der Pflanzen auf gewöhnliche Temperatur erstarrte. — Die in den Zellen befindlichen Fetttropfen hatten dann kein klares, sondern ein mehr granulirtes Aussehen. Beim vorsichtigen Erwärmen der Schnitte im Luftbade auf 40° schmolzen sie dagegen wieder und waren dann durch 40° warmes concentrirtes Glycerin zum Zusammenlaufen zu bringen. Ihr Schmelzpunkt lag also unterhalb 40°, während die angewandte Palmitinsäure bei 62° schmolz. — Mögen nun auch die in der lebenden Zelle thätigen Molecularkräfte im Stande sein, den Schmelzpunkt von Körpern zu erniedrigen, so durfte doch dies nicht mehr stattfinden, wie es thatsächlich der Fall war, nachdem das Plasma durch Glycerin, Pikrinsäure oder andere Mittel getödtet worden. Wir können also daraus schliessen, dass das in die Zellen eingedrungene Fett ein Gemenge von Palmitinsäure mit Mandelöl war. Da nun letzteres allein in Parallel-Versuchen nicht in die Zellen eindrang, so lässt sich daraus folgern, dass es durch die Palmitinsäure und zwar in Form einer Emulsion in die lebenden Zellen hineingeschafft wurde. — Dasselbe folgt auch aus den Versuchen, bei denen eine Aufnahme von Cacaobutter durch die Mitwirkung freier Oelsäure erzielt wurde. Diese letzteren Versuche zeigen auch, dass eine, durch Oberflächenspannung in den mikroskopisch kleinen Fetttröpfchen, bewirkte Aenderung das Schmelzpunktes nur einen sehr geringen Werth erreichen kann.

Für einen Durchgang des Fettes als Emulsion durch die Zellhaut spricht auch das Vorkommen von Oeltropfen zwischen dieser und dem Plasma, da doch nur in letzterem die Zersetzung der Seifen wird vor sich gehen können, und die dabei gebildeten Oeltropfen dann erst wieder von dem Plasmakörper ausgestossen worden wären.

Für thierische Häute ist seit langer Zeit bekannt [1]), dass eine Durchtränkung derselben mit Galle oder Seifen diese für Fette durchdringbar macht, indem dadurch die Capillarattraction für Fette gesteigert wird. — Im thierischen Organismus findet auch thatsächlich die Absorption der Fette in dieser Weise statt, da die Darmschleimhaut von der Einmündungsstelle des Gallenganges an, eine Strecke weit mit Galle durchtränkt ist [2]). — Welcher Körper nun in den Cellulosemembranen der Pflanzen die Rolle der Galle übernehmen könnte, lässt sich zur Zeit nicht angeben. Er befindet sich aber in jeder Cellulosemembran, auch wenn dieselbe in der Pflanze nicht von Fetten durchwandert wird, da ich keine lebende Zelle gefunden, welche nicht zur Aufnahme von Fetten unter den angeführten Bedingungen befähigt gewesen wäre. — Vielleicht spielen die in jeder Zellwand befindlichen organischen Kalkverbindungen [3]) eine Rolle; doch ist es auch nicht ausgeschlossen, dass etwa die Cellulose selbst oder Umwandlungsproducte derselben massgebend sind. Dagegen glaube ich nicht, dass Bestandtheile des Plasmakörpers, vielleicht mit Ausnahme von fettspaltenden Secreten, in Betracht kommen, da nicht dieser, sondern allein die Zellhaut über die Aufnahme der Fette entscheidet.

Der Umstand, dass gefärbtes, in die Intercellularen gebrachtes Fett nicht gefärbt in die Zellen aufgenommen wird, kann nicht als Beweis gegen eine Aufnahme als Emulsion gelten, während allerdings das umgekehrte Verhalten als sicherer Beweis für ein mechanisches Eindringen angesehen werden könnte. — Ist die Zellwand trocken, so findet ein Imbibitions-Durchgang [4]) des Fettes statt und letzteres nimmt den Farbstoff mit in die Zellen hinein, wie wir dies bei den Versuchen mit den Moosblättern gesehen haben. Ist dagegen die Zellhaut mit Wasser durchtränkt, so wird der Farbstoff von den Wänden zurückgehalten, wie sich dies auch in manchen Fällen durch eine deutliche Färbung der Zellwände

---

1) A. v. Wistinghausen, Experimenta quaedam endosmotica de bilis in absorptione adipum neutralium partibus. Dissert. Dorpat 1851.

2) Hermann, Handbuch d. Physiologie V. 2. pg. 290.

3) Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1881. I. pg. 259.

4) Pfeffer, Osmotische Untersuchungen 1877. pg. 35 ff.

zu erkennen giebt. — Es geschieht dies nicht, weil die intermicellaren Zwischenräume zu klein wären, um den Farbstoffmolekülen den Durchgang zu gestatten; denn in alcoholischer, mit Wasser verdünnter, Lösung gehen dieselben leicht hindurch; sondern deshalb, weil die Anziehungskraft der die Zellwand constituirenden Micellen den Farbstoff festhält. Gleiche Erscheinungen sind hinlänglich bekannt beim Aufsaugen verschiedener Farbstofflösungen in Fliesspapier.

Durch Vergleich aller angeführten Thatsachen glaube ich zu dem Resultate kommen zu müssen, dass die Aufnahme der Fette in lebende Pflanzenzellen in gleicher Weise vor sich geht, wie dies im thierischen Organismus geschieht, also indem die freie Säure zur Bildung seifenartiger Verbindungen dient, welche einerseits eine Emulgirung des Fettes bewirken, andererseits, indem sie die Cellulosehaut durchtränken, diese für das emulgirte Fett permeabel machen. — Ein gleiches wird dann auch für die Aufnahme der Fette in die Pilzzellen gelten müssen. — Bei ihnen kommt dann aber noch die Fähigkeit hinzu, die ausserhalb der Zellen befindlichen Neutral-Fette zu spalten, sowie auch die Aufnahme fester Fette zu bewirken. Wahrscheinlich geschieht dies durch ausgeschiedene Fermente, da andere Fermente häufig bei Pilzen vorkommen, und Keimlinge ölhaltiger Samen, welche im Plasma befindliche Neutral-Fette spalten können, dies doch nicht mit den in den Intercellularen befindlichen Fetten vermögen.

Untersuchungen über die Keimung ölhaltiger Samen.

Ueber die, bei der Keimung ölhaltiger Samen, sich abspielenden Processe verdanken wir die erste Aufklärung den bahnbrechenden Arbeiten von Sachs[1]. Ausser ihm hat nur noch Peters[2] Rücksicht auf die Stoffwanderung genommen, während alle anderen, in dieser Hinsicht geführten Untersuchungen, so die von Saussure[3], Letellier[4], Hellriegel[5], Detmer[6], Laskowsky[7], Fleury[8] und

---

1) J. Sachs, Ueber das Auftreten der Stärke bei der Keimung ölhaltiger Samen. Bot. Zeitg. 1859. pg. 177. -- J. Sachs, Ueber die Stoffe, welche das Material zum Wachsthum der Zellhäute liefern. Pringsheim's Jahrb. f. wiss Bot. 1863. III. pg. 183 ff. J. Sachs, Ueber das Keimen des Sames von Allium Cepa. Bot. Zeitg. 1863 pg. 57. u. a.

2) E. Peters, Zur Keimungeschichte des Kürbissames. Landwirthschaftl. Versuchsstationen 1861. III. pg. 1.

3) Saussure, Frorieps Notizen XXV. No. 16.

4) Letellier, Journal f. praktische Chemie I. pg. 94. 1855.

5) Hellriegel, Zur Keimungsgeschichte der ölgebenden Samen. Journal f. prakt. Chemie. LXIV. pg. 94. 1855.

6) Detmer, Phys.-chem. Untersuchung über die Keimung ölhaltiger Samen. 1875.

7) N. Laskowsky, Ueber einige chemische Vorgänge bei der Keimung des Kürbissamen. Landwirthschaftl. Versuchsstationen 1874. XVII. pg. 219.

8) G. Fleury, Recherches chimiques sur la germination. Annales de chimie et de physique sér. IV. t. IV. pg. 38. 1865.

Müntz[1]) sich lediglich mit der Umwandlung des Oeles in andere Stoffe beschäftigen, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, in welchen Organen diese Umwandlungen vor sich gehen.

Seit den Untersuchungen von Sachs sind in dieser Hinsicht keine weiteren Arbeiten ausgeführt worden. Es schien mir daher nöthig, dieselben in der von Sachs geführten Weise auf weitere Samen auszudehnen, welche den verschiedensten Familien angehören. Zugleich waren besonders solche Samen zu berücksichtigen, deren Oele in Betreff ihrer chemischen Zusammensetzung bedeutendere Verschiedenheiten aufweisen. Da indessen die mikroskopischen Beobachtungen der Keimungsvorgänge keine wesentlich neue Art der Entwickelung kennen lehrten, sondern die untersuchten Samen im Grossen und Ganzen einem, der von Sachs angeführten Beispiele folgten, so kann ich mich hier darauf beschränken, nur eine kurze Uebersicht über die erhaltenen Resultate zu geben.

Im allgemeinen lassen sich Beziehungen nicht verkennen, welche zwischen der chemischen Zusammensetzung der Reserve-Oele und der Umwandlung letzterer während des Keimungsprocesses bestehen. — Die weitere Verfolgung dieser Beziehungen, sowie der exakte Beweis derselben wird allerdings nicht eher möglich sein, ehe wir nicht eine genaue Kenntniss der chemischen Zusammensetzung der Reserve-Fette besitzen. Da dies bis heute nicht der Fall ist, so kann auch ich nur einen allgemeinen Hinweis auf, in die Augen springende, Analogieen geben. — Aus dem Grunde wurde auch bisher auf die Zusammensetzung der Fette keinerlei Rücksicht genommen, sondern überall die durch Aether oder Petroleumäther aus den Pflanzen extrahirten Rohfette als gleichwerthig betrachtet.

Im Grossen und Ganzen sind die Fette Gemenge von Triglyceriden der verschiedensten Fettsäuren, welche stets eine geringe Menge freier Säuren beigemengt enthalten. Andere Körper finden sich nur ausnahmsweise in geringen Mengen in den Fetten und kommen für unseren Fall nicht in Betracht. Der chemische Charakter der Fette wird also hauptsächlich durch die Verschiedenartigkeit der aus ihnen abzuscheidenden Fettsäure-Gemenge bedingt. — Man isolirt letztere, indem man das Fett mit Kalilauge verseift, und nach Zersetzung der gebildeten Seife mittelst verdünter Schwefelsäure, die freigemachten Fettsäuren mit Aether ausschüttelt. Die genaue Zusammensetzung der auf diese Weise aus einem Fette zu erhaltenden Fettsäure-Gemenge, kennen wir fast noch in keinem Falle, da eine Trennung der Säuren von einander ausserordentliche Schwierigkeiten bietet. Dagegen sind wir im Stande, die Anwesenheit dieser oder jener Säure in einem Fette nachzuweisen, und aus einigen allgemeinen Reactionen Schlüsse auf das ungefähre Verhältniss zu ziehen,

---

1) Müntz, Sur la germination des graines oléagineuses. Ann. de chim. et de phys. 1871. sér. IV. t. XXII. pg. 372.

in dem die Glieder der einzelnen Säuregruppen zu einander in einem Fette vorhanden sind.

Abgesehen von einigen Säuren, welche nur in einzelnen Oelen vorkommen, z. B. die Ricinolsäure $C_{18}H_{32}OHCOOH$ im Ricinusöl, oder äusserst geringe Beimengungen in anderen Oelen bilden, gehören die Fettsäuren hauptsächlich drei Gruppen an. Es sind dies die festen Fettsäuren von der Zusammensetzung $C_nH_{2n}O_2$, die Säuren der Oelsäure-Reihe $C_nH_{2n-2}O_2$ und die, der Leinölsäure-Reihe $C_nH_{2n-4}O_2$. Von den Säuren der ersten Gruppe kommen für uns nur die in Wasser unlöslichen Glieder in Betracht, und von diesen kommen auch nur diejenigen in grösserer Menge in natürlichen Fetten vor, bei denen der Werth für n eine gerade Zahl ist. Es sind dies die Laurinsäure $C_{12}H_{24}O_2$, die Myristinsäure $C_{14}H_{28}O_2$, die Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$, die Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ und die Arachinsäure $C_{20}H_{40}O_2$, während die höheren Glieder der Reihe fast nur in solchen Fetten vorkommen, welche als Secrete zu betrachten sind, dagegen höchsten als Spuren in Reserve-Fetten. — Von den Säuren der Oelsäure-Reihe sind zu beachten die Hypogäasäure $C_{16}H_{30}O_2$, die Oelsäure $C_{18}H_{32}O_2$ und die Brassica- oder Erucasäure $C_{22}H_{42}O_2$. Aus der dritten Gruppe endlich kommt nur die Leinölsäure $C_{16}H_{28}O_2$ in Betracht, da ein anderes Glied der Reihe, die Eläomargarinsäure bisher nur im Fett der Samen von *Elaeococca vernicia* nachgewiesen ist.

Ein brauchbares Kriterium für die ungefähre Zusammensetzung der Fette giebt uns die Fähigkeit der ungesättigten Fettsäuren von der Zusammensetzung $C_nH_{2n-2}O_2$ und $C_nH_{2n-4}O_2$ bei Behandlung mit Jod sich mit diesem zu verbinden, während die Fettsäuren der Reihe $C_nH_{2n}O_2$ nicht mit Jod reagieren. Diejenige Menge Jod, welche 100 Theile der Säure addieren, bezeichnet man als die Jodzahl derselben. Dieselbe beträgt für Hypogäasäure 100,00 für Oelsäure 90,07, für Erucasäure 75,15, für Leinölsäure 201,56. Man bestimmt dieselbe nach v. Hübl[1]), indem man 0,2—0,5 gr der Säure in 10 ccm Chloroform löst und dann 25—50 ccm einer Jodlösung zugiebt, welche 25 gr Jod und 30 gr Merkurichlorid auf 1 Liter 96% Alcohols enthält. Nach zweistündiger Einwirkung setzt man 10—20 ccm einer 10% Jodkaliumlösung, sowie 150 ccm Wasser zu und titrirt das überschüssige Jod mit $^1/_{10}$ normal Natriumthiosulfatlösung zurück. Da jedoch die Jodlösung ihren Titer fortwährend ändert, so muss der Werth einer gleich behandelten Jodlösung jedesmal gleichzeitig ermittelt werden. Die Berechnung ist dann einfach, da jeder ccm $^1/_{10}$ Natriumthiosulfatlösung 0,0127 gr Jod entspricht.

Ebenso, wie mit Jod verbinden sich die diejenigen Säuren, welche eine oder zwei ungesättigte Bindungen enthalten, auch mit Sauerstoff. Besonders geschieht dies bei der Leinölsäure, welche dabei in feste, harzige

---

1) Dingler's polytechn. Journal 253. pg. 281.

Körper übergeht. Da auch die Oele, welche Leinölsäure in grösserer Menge enthalten, das gleiche Verhalten zeigen, so unterscheidet man sie als trocknende Oele von den übrigen.

Die Samen lassen sich zunächst als solche mit oder ohne Endosperm unterscheiden. Schon Sachs wies nach, dass das Reserveöl des Endosperms von den Cotyledonen aufgesogen wird. Diesen Vorgang beobachtete ich auch bei allen weiteren Samen. In keinem Falle findet dabei nachweisbare Bildung von Stärke oder Zucker statt. Die schon von Sachs angegebenen Ausnahmen bei *Ricinus communis* und *Pinus Pinea* sind durch das an der Basis des Endosperms beider Samen stattfindende starke Wachsthum erklärt. Stärke und Zucker scheinen hier, wenn überhaupt, so doch nicht ausschliesslich den Uebergang des Reserveöles aus dem Endosperm in die Cotyledonen zu vermitteln, da ihr Vorkommen während der Hauptperiode der Entwickelung der Keimlinge auf die Basis des Endosperms beschränkt bleibt. Während in den ganzen Cotyledonen, auch an der Spitze, von Anfang an eine sehr lebhafte Umsetzung von Oel in Stärke stattfindet, also auch da, wo das angrenzende Endosperm nicht wächst, lassen sie in diesem niemals Stärke oder Zucker erkennen; sondern das Oel wird wahrscheinlich als solches von den Epidermiszellen der Cotyledonen aufsogen. Letztere Zellen enthalten selbst in den Fällen, wo die Umwandlung des Oeles in Stärke schon in den Cotyledonen vor sich geht, niemals Stärke oder Zucker, sondern stets nur Oel. Es ist dies allerdings nicht direkt beweisend, da Sachs auch bei den Gramineen[1]) in den Epidermiszellen des Schildchens weder Zucker noch Stärke nachweisen konnte, obwohl die Stärke des Endosperms diese Zellen in irgend einer Form passieren muss, um in die Keimpflanze zu gelangen. — Auf diesen Vorgang der Aufsaugung des Oeles aus dem Endosperm ist die Zusammensetzung des Oeles ohne Einfluss; denn derselbe findet sich gleichmässig bei den Samen deren Oel vorwiegend durch die Fettsäureglyceride der einen oder anderen Gruppe gebildet wird. So fand ich ihn nicht nur bei den Samen mit trocknenden Oelen von *Cannabis sativa*, *Papaver somniferum*, *Linum usitatissimum*, *Allium sativum*, sondern auch bei denen mit nicht trocknenden, so bei *Nigella sativa*, *Pinus silvestris*, *Coriandrum sativum* und anderen.

Ebenso ist für das fernere Verhalten des Oeles bei der Keimung keinerlei Unterschied, ob dasselbe aus dem Endosperm aufgesogen worden ist, oder in endospermlosen Samen ursprünglich in den Cotyledonen aufgespeichert war. — Für die weitere Verarbeitung des Reserveöls unterschied schon Sachs Oelwanderung und Stärkewanderung, je nachdem dasselbe erst an dem Orte seines Verbrauchs oder schon in den Cotyledonen in andere Stoffe, besonders Stärke umgesetzt wird und dann als

---

1) J. Sachs, Zur Keimungsgeschichte der Gräser. Bot. Zeitg. 1862. pg. 145.

solche nach den in Neubildung begriffenen Organen hinwandert. Letzteren Vorgang beobachtete ich bei folgenden Samen: *Nigella sativa*, *Coriandrum sativum*, *Pinus silvestris*, *Cucurbita Pepo*, *Raphanus oleiferus*, *Cochlearia officinalis*, *Amygdalus communis*, *Arachis hypogaea*, *Gossypium herbaceum*, ferner auch bei *Pinus Pinea* und *Ricinus communis*. Sie alle folgen genau demselben Entwickelungsgang. Sobald das Würzelchen sich zu strecken beginnt, wird das in ihm enthaltene Oel zum grossen Theil in Stärke umgesetzt, welche das ganze Gewebe erfüllt. Zugleich tritt aber auch schon an der Basis der Cotyledonen Stärke im Parenchym auf. Die, die Gefässbündel der Cotyledonen umgebende Stärkescheide füllt sich dann bald bis zur Spitze mit Stärke, während die Stärkebildung im Parenchym der Cotyledonen langsam von der Basis nach der Spitze fortschreitet. Wenn die Wurzel ausgebildet ist, und Hypocotyl sich zu strecken beginnt, ist die Stärkebildung meist bis zum unteren Drittheil der Cotyledonen vorgeschritten. In den sich streckenden Organen verschwindet die Stärke allmählig von unten nach oben zu, indem dabei im Parenchym der Streckungszone Zucker auftritt. Erst, wenn das Hypocotyl seine Streckung beendet hat, verschwindet auch die Stärke aus den Cotyledonen. Nach beendeter Ausbildung des Hypocotyl und der Wurzel enthält das Parenchym derselben weder Stärke noch Zucker. Dagegen führt die Stärkescheide noch eine Zeit lang Stärke, welche erst später, in der Wurzel schon theilweise während der Ausbildung des Hypocotyl, unter Auftreten von Zucker von unten nach oben forschreitend verschwindet. — In keinem Falle lässt sich aber dabei ein Uebergang des Zuckers in das umgebende Parenchym nachweisen, so dass es den Anschein hat, als ob die Stärke der Scheide weniger dem Stofftransport gedient, als vielmehr zur Ausbildung der Gefässbündel verwandt werde.

Während der ganzen Keimung führt sowohl das Parenchym der Wurzel, wie auch das Hypocotyl stets noch eine geringe Menge Oel. Dies ist auch noch nach vollendeter Streckung der Organe und nach dem Verbrauch der Stärke vorhanden und verschwindet erst in späteren Stadien, ohne dass dabei Stärke oder Zucker gebildet würde. Dies Oel ist nun in den meisten Fällen nicht durch Wanderung aus den Cotyledonen in die betreffenden Organe gelangt, sondern es ist der Rest, des in den Zellen der Wurzelanlage des Embryo vorhanden gewesenen Oeles, welches bei Beginn der Entwickelung nicht vollständig in Stärke umgesetzt worden war. — Ist aber Stärke und Oel zugleich in einem Gewebe vorhanden, so scheint die Stärke zuerst verbraucht zu werden, und da die Stärkezufuhr aus den Cotyledonen stark genug ist, um dem Bedürfniss der sich streckenden Theile zu genügen, so bleibt das Oel bis zuletzt in den Zellen liegen, und verschwindet erst allmählig, wenn keine Stärke mehr vorhanden ist. Sehr schön zeigt sich dieser Vorgang bei der Keimung von *Mirabilis Jalapa*. Die Samen dieser Pflanze besitzen einen sehr grossen Embryo, dessen Cotyledonen ein kleines Endosperm handförmig umfassen. Letzteres enthält nur Stärke, während der Embryo weder im Würzelchen, noch in den Cotyledonen Stärke, sondern nur Oel enthält. Bei Beginn der Keimung füllt sich nun der ganze Embryo bald mit Stärke, welche auch bis zur Streckung verbleibt. Ist letztere beendet, so ist auch das ganze Endosperm verbraucht und die Stärke aus dem Parenchym der Keimpflanze verschwunden. Dagegen enthalten die Parenchymzellen jetzt noch reichlich Oel, das erst verbraucht wird, wenn keine Stärke mehr vorhanden ist. Das ursprünglich im Embryro abgelagerte Oel ist also hier, wenigstens zum grossen Theil, solange in den Zellen verblieben, bis alle Stärke des Endosperms von den Cotyledonen aufgesogen, und nachdem sie den wachsenden Organen zugeführt worden, von diesen verbraucht worden war. Zwar liesse sich der Vorgang auch in der Weise erklären, dass die Stärke ihrerseits theilweise in Oel umgesetzt sei; doch hat diese Deutung wenig Wahrscheinlichkeit für sich, da eine Umwandlung von Stärke in Oel zwar beim Reifen ölhaltiger Samen stattfindet, dagegen noch in keinem Falle bei der Keimung stärkehaltiger Samen beobachtet ist.

Die Menge des Oeles, das sich während des Keimungsprocesses in den wachsenden Organen befindet, nimmt, wie man schon durch die mikroskopische Beobachtung wahrnehmen kann, zuerst schnell, dann sehr langsam ab. Eine Ausnahme macht nur *Arachis hypogaea,* das ebenso, wie auch *Gossypium herbaceum*m Samen neben dem Oel Stärke enthält. Bei Beginn der Keimung findet nun bei *Arachis* starke Vermehrung der Stärke in allen Theilen des Sames statt. Dagegen führen aber die Zellen immer noch auffallend viel Oel, besonders im Hypocotyl, das auch hier bis nach dem Verbrauch der Stärke verblieb, und sich sogar zu vermehren schien. Ich bestimmte deshalb die Fettmenge, welche die Keimlinge in verschiedenen Entwickelungsstadien enthalten. Dieselbe betrug in 100 Wurzelanlagen der Samen, die sich leicht herauslösen lassen, 0,483 gr nach Streckung der Wurzeln verblieben 0,346 gr, nach Streckung des Hypocotyl 0,353 gr und in einem späteren Stadium 0,262 gr. Diese Zahlen beweisen, dass bei *Arachis* neben der Stärkewanderung Oelwanderung stattfindet. Eine bedeutendere Zunahme des Fettes ist dabei nicht zu erwarten, da dies meist in dem Maasse verbraucht wird, als es zuwandert. Dasselbe finden wir auch bei Samen mit ausgesprochener Oelwanderung. So enthielten z. B. 100 Keimlinge von *Helianthus annuus*, in einem Entwickelungsstadium, wo die Wurzel ihre Streckung fast beendet hatte und das Hypocotyl 10 mm lang war, 0,340 gr Fett, während die Menge desselben bei einer Länge des Hypocotyl von 40 mm 0,360 gr betrug. — Sachs nimmt auch für *Cucurbita Pepo, Amygdalus communis* und *Ricinus communis* Oelwanderung an. Bei diesen Samen ist die Menge des Oeles, welche in den wachsenden Theilen vorhanden ist, dagegen im Vergleich mit *Arachis* eine so geringe, dass der Antheil, welchen die Oelwanderung in diesen Samen, am Stofftransport haben würde, nur ein äusserst geringe sein kann. — Bei *Cucurbita Pepo* fand ich in 100 Wurzelanlagen 0,233 gr Fett; bei einer Wurzellänge von 30 mm betrug dasselbe 0,095 gr und später, als die Wurzel ausgebildet war, und das Hypocotyl sich zu strecken begann 0,086 gr. Bei gleichzeitigem Verbrauch von Oel, lässt sich natürlich eine schwache Oelwanderung überhaupt nicht nachweisen. — Eine Stütze findet diese Annahme in dem hohen Säuregehalt des in Wurzel und Hypocotyl dieser Pflanzen befindlichen Fettes, worauf später noch weiter eingegangen wird.

Der Entwickelungsgang einer Reihe anderer Samen ist nun ein, von dem beschriebenen abweichender. Bei ihnen wird das Oel nicht schon in den Cotyledonen umgesetzt, sondern erst, nachdem es nach dem Orte seines Verbrauches hingeschafft worden ist, welcher Vorgang von Sachs als Oelwanderung bezeichnet wurde. Vor allem und am ausgesprochensten findet sich diese Erscheinung bei denjenigen Samen, deren Oel vorwiegend aus Leinölsäure besteht. Einen Beweis hierfür liefert uns die Jodzahl der Fette; denn die Triglyceride addiren in derselben Weise Jod, wie die freien Säuren. In allen Fällen nun, wo die Jodzahl eine hohe ist, also ungefähr 120 überschreitet, finden wir unzweifelhafte Oelwanderung beim Keimen der Samen. Ein Oel, das die Jodzahl 120 aufweist, muss mindestens 31,98% Leinölsäure enthalten, selbst wenn es nur aus dieser und aus Oelsäure bestände, welche ja ebenfalls Jod addirt. In dem Maasse nun, als der Gehalt des Oeles an Oelsäure abnimmt, und diese durch eine Säure der Fettsäure-Reihe ersetzt wird, erhöht sich der Gehalt des Oeles an Leinölsäure bei gleicher Jodzahl, sodass bei vollständiger Ersetzung, der Zahl 120 schon 62,53% Leinölsäure entsprechen. Dies Verhältniss findet thatsächlich beim Leinöl statt, dessen Jodzahl 158 beträgt, und welcher, soweit bekannt, ein Gehalt an Leinölsäure von 80% entspricht. — Oelwanderung findet also statt bei folgenden Samen, denen die nach der Hübl'schen Methode gefundenen Jodzahlen beigefügt sind:

Linum usitatissimum 158,0,
Calendula officinalis 151,8,
Camelina sativa, 147,7,
Cannabis sativa 143,0,
Papaver somniferum 136,0,
Helianthus annuus 133,6,
Allium Cepa 125,8,
Guizotia oleifera 123,2,
Silybum Marianum ?

Ihnen schliesst sich noch an: *Madia sativa*, dessen Oel ebenfalls viel Leinölsäure enthält, trotzdem seine Jodzahl nur 110,7 beträgt. Das Oel von *Modia satira* enthält neben Leinölsäure fast nur feste Fettsäuren, so dass dieser niedrigen Jodzahl noch ein Gehalt von 57,69% Leinölsäure entsprechen kann. Es wird dies dadurch bewiesen, dass der Schmelzpunkt der freien Säuren des Oeles, welcher bei 28° liegt, bedeutend höher ist, als bei den übrigen Samen. Ausserdem deutet darauf auch die, während der Entwickelung von *Madia satira* auftretende grosse Menge Zucker hin.

Die Jodzahlen derjenigen Oele, welche in Samen ohne Oelwanderung vorhanden sind, sind dagegen niedriger, so dass dieselben keine grössere Menge Leinölsäure enthalten können, zumal sie zum grössten Theil aus Oelsäuretriglycerid bestehen. So betragen z. B. die Jodzahlen bei:

Coriandrum sativum 72,1,
Amygdalus communis 98,4,
Cheiranthus maritimus 116,9,
Gossypium herbaceum 106,0.

Die höchsten Jodzahlen in dieser Gruppe fand ich bei
Nigella sativa zu 120,9 und bei
Cucurbita Pepo zu 121,0.

Ausser den oben genannten Pflanzen mit Oelwanderung giebt es nun noch eine Gruppe von Samen, welche bei der Keimung ebenfalls Oelwanderung zeigen, und deren Oele nur eine niedrige Jodzahl haben. Es sind dies einige *Cruciferen*-Samen, deren Oele neben Behensäure $C_{22}H_{44}O_2$ grössere Mengen Erucasäure $C_{22}H_{42}O_2$ enthalten, und zwar: *Brassica Napus, Br. Rapa, Br. campestris, Br. nigra* und *Sinapis alba.* — Die Jodzahlen ihrer Fette schwanken zwischen 93,0 und 96,0. — Ihnen schliesst sich dann auch *Arachis hypagaea* an, deren Oel aus den Glyceriden der Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$, Arachinsäure $C_{20}H_{40}O_2$ und Hypogäasäure $C_{16}H_{30}O_2$ besteht und dessen Jodzahl 96,4 beträgt. Wie oben erwähnt, findet sich bei letzterer Oelwanderung neben Stärkewanderung.

Alle Keimlinge, bei deren Entwickelung Oelwanderung stattfindet, haben das Gemeinsame, dass im Parenchym der Cotyledonen erst dann Stärke auftritt, wenn die Streckung des Hypocotyls beendet ist. Auch in der Stärkescheide der Cotyledonen zeigt sich die Stärke erst in späteren Stadien, wenn das Hypocotyl etwa die Hälfte seiner endlichen Länge erreicht hat. Ferner enthält auch das Parenchym der Wurzel während der Ausbildung keine Stärke, und nur gegen Ende der Streckung im oberen Theil zuweilen etwas Zucker.

Die Entwickelung des Hypocotyl dagegen weist bei den verschiedenen Samen Differenzen auf. Indessen lassen sich auch hier Beziehungen zur Zusammensetzung ihrer Oele erkennen. Leider ist die Kenntniss der letzteren noch sehr mangelhaft, so dass man auch hier nur auf allgemeine Anhaltspunkte angewiesen ist. Im Grossen und Ganzen scheint es, dass bei der Ausbildung des Hypocotyls im Parenchxm desselben umsomehr Stärke auftritt, je mehr Säuren der Oelsäure-Reihe neben der Leinölsäure in dem betreffenden Oele vorhanden sind. Andererseits nimmt die Quantität des in den Parenchymzellen des Hypocotyls auftretenden Zuckers zu mit dem Gehalt des Oeles an Säuren der Fettsäure-Reihe. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass nun bei der Verarbeitung des Oeles die Oelsäure nur in Stärke, die Fettsäuren aber nur in Zucker umgewandelt werden. Die genannten Verhältnisse würden z. B. schon dann eintreten müssen, wenn bei der Umsetzung der Oele alle Säuren in gleicher Weise erst in Stärke und diese dann in Zucker verwandelt würden, diese Processe sich aber bei den verschiedenen Säuren mit ungleicher Schnelligkeit abspielen würden. Wodurch nun im einzelnen Falle Zucker, im anderen Stärke im Parenchym auftritt, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden; möglich ist es ja auch, dass diese Verschiedenheiten durch andere Einflüsse hervorgerufen werden, welche nur secundär durch die Zusammensetzung der Oele beeinflusst werden.

In allen Fällen, wo Stärke auftritt, geschieht dies stets nur in demjenigen Theile des Hypocotyls, das direct über der Streckungszone liegt. — Bei Beginn der Streckung verschwindet sie dagegen sofort, indem an ihrer Stelle Zucker erscheint. Bei den Oelen mit sehr hoher Jodzahl, also bei *Linum*, *Cannabis, Calendula*, ebenso bei *Allium*, habe ich im Parenchym niemals Stärke gefunden; ausserordentlich gering war die Menge derselben bei *Camelina sativa,* wo in vielen Zellen gar keine, in anderen dagegen nur ein bis zwei kleine Körnchen auftraten. Ebenfalls wenig Stärke enthielten *Papaver somniferum, Helianthus annuus, Guizotia oleifera*, *Silybum Marianum* und *Madia sativa*. Dagegen war dieselbe sehr reichlich vertreten bei *Sinapis alba* und den obengenannten *Brassica*-Arten.

Zucker findet sich im Gegensatz zur Stärke in den sich gerade streckenden Theilen des Hypocotyl. Seine Menge nimmt im Allgemeinen zu mit dem Schmelzpunkt der freien Säuren. Ordnet man die Pflanzen nach den Schmelzpunkten der aus ihren Oelen freigemachten Säuren, so erhält man folgende Reihe:

Linum usitatissimum 17°,
Cannsabis sativa 19°,
Papaver somniferum 20,5°,
Brassica spec. und *Sinapis alba* 18°—20°,
Helianthus annuus 24°,
Madia sativa 28°.

In dieser Reihe nimmt auch zugleich der Gehalt der Streckungszone an Zucker zu. Eine Ausnahme macht nur *Cannabis sativa*, das während der ganzen Entwickelung keinen Zucker enthält; dagegen findet sich eine geringe Menge bei *Linum usitatissimum,* von dessen Oel man weiss, dass es neben Leinölsäure nur Myristinsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure, dagegen keine oder nur Spuren Oelsäure enthält. Ausserordentlich viel

Zucker führt dagegen *Madia sativa*, dessen Parenchym so stark damit erfüllt ist, dass er auch noch zum Theil eine Zeit lang nach beendeter Streckung in den Zellen verbleibt. Es wurde schon oben auf den Zusammenhang zwischen der niedrigen Jodzahl und dem hohen Schmelzpunkt bei dem Madiaöl hingewiesen.

Nach beendeter Streckung des Hypocotyl enthalten die Parenchymzellen noch eine geringe Menge Oel, das erst allmählig verschwindet, ohne dass dabei Stärke oder, mit Ausnahme von *Madia*, Zucker auftritt. In der Stärkescheide führen alle genannten Pflanzen meist reichlich Stärke, welche erst nach beendeter Streckung allmählig von unten nach oben fortschreitend verschwindet, indem dabei häufig reichlich Zucker auftritt. Ein Uebergang des letzteren in das angrenzende Parenchym findet dabei jedoch nicht statt, so dass die Stärke und der Zucker wohl auch hier hauptsächlich zur Ausbildung der Gefässbündel dienen werden.

Ueber die Veränderungen, welche das Oel vor seiner Verarbeitung erleidet, führte zuerst Müntz[1]) Untersuchungen aus. Er wies nach, dass eine Spaltung der Neutralfette unter Auftreten freier Säure stattfindet, während das Glycerin verschwindet, indem es in andere Körper umgesetzt wird. Die von Müntz angewandte Methode der Fettsäure-Bestimmung durch Ermittelung der Löslichkeit der Fette in absolutem Alkohol, liefert allerdings viel zu hohe Werthe für ihren Gehalt an freien Säuren, da sich Neutralfette bei Gegenwart dieser ebenfalls reichlich in absolutem Alkohol lösen. Etwas niedrigere Ziffern erhält man, wenn man den von Müntz bestimmten Gesammt-Fettsäure-Gehalt unter Berücksichtigung des Säuregehaltes der Neutralfette, also der sogen. Hehner'schen Zahl, umrechnet. Dies unterlässt Müntz jedoch. — Immerhin sind auch die durch solche Berechnung zu erhaltenden Werthe sehr viel höher, als sie sich aus meinen, weiter unten angeführten Untersuchungen ergeben haben. Da Müntz die ganzen Keimlinge zur Untersuchung verwandte, so lässt sich aus seinen Angaben nicht entnehmen, in welchen Organen der Pflanzen die Spaltung der Fette vor sich geht. — Besonders ist dies von Wichtigkeit für diejenigen Pflanzen, bei deren Keimung Oelwanderung stattfindet. Am naheliegendsten wäre es ja, anzunehmen, das Fett würde bei Beginn der Keimung gespalten, worauf die freien Säuren nach dem Orte ihres Verbrauches hinwanderten. Dies findet indessen nicht statt; sondern, wie meine Versuche zeigen, enthält das auf den Wanderungsbahnen befindliche Oel oft nur eine relativ geringe Menge freier Säure, ein Beweis, dass schon ein geringer Gehalt des Oeles an dieser für die Wanderung ausreicht. Dagegen scheint doch ein gewisser Säuregehalt durchaus nöthig zu sein, da dieser bei der Wanderung stets vorhanden ist. — Die vollständige Spaltung

---

1) Müntz, Sur la germination des graines oléagineuses. Annales de chimie et de physique 1871, sér. IV, t. XXII, pg. 372.

findet dagegen erst kurz vor der endlichen Verarbeitung der Fette in denjenigen Organen statt, in welchen sie zur Verwendung gelangen. Da nun der Spaltung der Neutralfette der Verbrauch der freigewordenen Säuren unmittelbar folgt, so fällt der Zeitpunkt, in dem die Pflanzen nur noch freie Säuren enthalten, in ein sehr spätes Entwickelungsstadium, in welchem nur noch ein geringer Rest des Reserve-Oeles übrig geblieben ist. In ganz gleicher Weise wird auch das Oel bei der Keimung derjenigen Samen, welche keine Oelwanderung zeigen, erst kurze Zeit vor seiner Umsetzung in Stärke gespalten, so dass auch bei ihnen die freien Fettsäuren nicht in höherem Maasse angehäuft werden.

Eine bestimmte Ziffer für den Gehalt des auf der Wanderung begriffenen Fettes an freier Säure lässt sich nicht angeben. Im allgemeinen liegt derselbe zwischen 10 und 30 %. — Bestimmt man den Säure-Gehalt des Fettes in den verschiedenen Theilen der Keimpflanzen, so geben diejenigen, in denen das Reserveöl abgelagert war, natürlich einen zu niedrigen Werth, während die Organe, in denen das Fett nach der Wanderung zur Verwendung gelangt, einen zu hohen Gehalt angeben, da durch die in denselben stattfindende weitere Verarbeitung des Fettes, die Spaltung weiter fortgeschritten sein wird, als dies während der Wanderung der Fall war.

Der höchste Säure-Gehalt, welchen ich in den Cotyledonen fand, betrug bei *Cannabis sativa*, als das Hypocotyl eine Länge von 20 mm erreicht hatte, 9,72 %. Bei *Helianthus annuus* fand ich ihn in einem ziemlich späten Stadium, bei einer Länge der Hypocotyl von 40 mm zu 7,77 % und bei *Arachis hypogaea* sogar nur zu 5,98 %, nachdem Wurzel und Hypocotyl schon ihre Streckung beendet hatten und das Epicotyl die ersten Blätter entfaltete. Ebenso hatte auch das Oel im Endosperm von *Ricinus communis* zur Zeit, wo die Wurzel ihre Streckung beendet und das Hypocotyl eine Länge von 20 mm erreicht hatte, einen Säuregehalt von 8,72 %. Dieser fällt aber dadurch zu hoch aus, dass an der Basis des Endosperms schon reichliche Stärkebildung stattgefunden hatte, das in diesem Theile befindliche Oel also jedenfalls einen grösseren Gehalt an freier Säure besass.

Den niedrigsten Säuregehalt des im Hypocotyl befindlichen Oeles, das also schon die Wanderung durchgemacht, fand ich bei *Helianthus* bei einer Länge des Hypocotyl von 10 mm zu 30,42 %, bei *Cannabis sativa* bei einer Länge des Hypocotyl von 20 mm in Wurzel und Hypocotyl zusammen zu 39,07 %; doch ist in diesem Falle der Säuregehalt des im Hypocotyl befindlichen Fettes geringer, da, wie ich ein anderes Mal bei *Helianthus* fand, das nach beendeter Streckung in der Wurzel verbleibende Fett aus reiner Säure besteht. Bei *Arachis hypogaea* betrug, als die Wurzel bereits ausgebildet war und das Hypocotyl eine Länge von 5 mm besass der Gehalt des in beiden befindlichen Oeles an freier Säure nur

16,19 %. Für das aus dem Endosperm von *Ricinus* von den Cotyledonen aufgesogene und in demselben befindliche Fett bestimmte ich den Gehalt an freier Säure zu 30,56 %; doch auch hier ist der Werth durch die schon in den Cotyledonen vor sich gehende weitere Umsetzung zu hoch ausgefallen. Der Gehalt des auf der Wanderung befindlichen Oeles an freier Säure muss daher mindestens 5—7 % betragen, wird aber in der Regel höher sein, da die Entleerung der Cotyledonen von der Basis nach der Spitze zu fortschreitend stattfindet und demzufolge das in den Zellen an der Basis befindliche Oel einen höheren, in der Spitze aber einen niedrigeren Gehalt an freier Säure aufweisen wird, als der Durchschnittswerth. Andererseits ist das auf der Wanderung befindliche Fett niemals freie Säure, sondern der Gehalt an solcher erreicht höchstens 30 %, ist aber meist geringer. —

Durch mikroskopische Beobachtung, besonders unter Anwendung der Plasmolyse kann man leicht feststellen, dass das Oel in den Zellen der Wanderungsbahnen zwar hauptsächlich dem Plasma eingelagert ist, dass sich aber doch häufig kleine Tröpfchen zwischen Plasma und Zellwand finden. Das Oel kann also den Plasmakörper der Zelle verlassen und, wie wir bei der künstlichen Einführung von Fetten in lebende Zellen gesehen haben, ist es auch durch seinen thatsächlich vorhandenen Gehalt an freier Säure befähigt, die Zellhaut zu durchwandern, um dann in den Plasmakörper der nächsten Zelle einzudringen. — Ob die Wanderung des Oeles nun wirklich in dieser Weise zu Stande kommt, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Ebensowenig ist zu sagen, welche Kräfte das Oel in diesem Falle zur Wanderung zwingen würden, da die bei wasserlöslichen Körpern in Betracht kommenden Concentrationsunterschiede in den einzelnen Zellen bei dieser Art der Oelwanderung nicht die Ursache sein könnten. Jedenfalls ist aber die Möglichkeit einer solchen Wanderung gegeben, so dass dadurch die Annahme einer vorübergehenden Umsetzung des Fettes in Zucker, zum Zwecke der Durchwanderung der Zellhaut, unnöthig wird, zumal keine empirischen Thatsachen für einen derartigen Vorgang sprechen. Diese Theorie entsprang nur aus der Annahme, dass die wasserdurchtränkte Zellhaut für die Fette impermeabel sei; dieselbe fällt aber mit dem erwiesenen Eindringen des Fettes von den Intercellularen aus in die Zellen. Das Vorkommen von Fetttröpfchen zwischen Zellwand und Plasma scheint auch dafür zu sprechen, dass für die Oelwanderung die Plasmaverbindungen, wenn überhaupt, so doch nicht allein maassgebend sind, obgleich es durchaus nicht ausgeschlossen ist, dass Oel auch in diesen wandern kann, ohne also den Plasmakörper zu verlassen.

Wie bei der Einführung des Fettes von aussen in Zellen, entsteht auch hier die Frage, ob das Oel nur als seifenartige Verbindung von Zelle zu Zelle wandert, oder zum Theil als Emulsion, also ohne dabei eine Umwandlung zu erleiden. Ich möchte auch hier letzteren Vorgang für wahrscheinlich halten. Es lassen sich dafür mehrere Gründe anführen. Zunächst spricht dafür der hohe Gehalt des wandernden Fettes an Neutralfett. Würde nun lediglich eine Wanderung als Seife möglich sein, so müsste das Neutralfett in jeder Zelle gespalten werden, worauf beide Componenten gesondert bis in die folgende Zelle gelangen. Nachdem in dieser die Fettsäure regenerirt, müsste dann wieder die Verbindung dieser mit dem Glycerin vor sich gehen, um alsbald wieder aufgehoben zu werden, welches Spiel sich in jeder Zelle der Wanderungsbahn wiederholen würde. Die Verbindung von Fettsäure und Glycerin zu Neutralfett findet nun aber, wie bekannt, sehr schwierig statt, was indessen nicht ausschliesst, dass dieselbe in der Pflanzenzelle unter der Wirkung besonderer Molekularkräfte dennoch vor sich gehen kann. — Würde dagegen das Oel als Emulsion wandern, so könnte das Neutralfett ohne Zersetzung von Zelle zu Zelle gelangen, da ja die vorhandene freie Säure durch die Bildung seifenartiger Verbindungen den Durchgang vermittelt. Eine solche Art des Durchganges ist für die Aufsaugung des Fettes durch die Darmschleimhaut im thierischen Organismus bekannt, und die hier, wie auch bei der künstlichen Einführung der Fette in Zellen, die Aufnahme bewirkenden Kräfte werden auch die Oelwanderung reguliren. In gleicher Weise, wie der Gehalt des wandernden Fettes an Neutralfett, spricht für eine Wanderung des Fettes als Emulsion auch der Umstand, dass das auf den Wanderungsbahnen anzutreffende Oel, wenn nicht ganz, so doch nahezu dieselbe Zusammensetzung hat, wie zur Zeit seiner Lagerung in den Reservestoffbehältern. Trotzdem also z. B. die Leinölsäure für die Oelwanderung besonders geeignet ist, in der Art, dass ein hoher Gehalt des Reserveöles an Leinölsäure, Oelwanderung zur Folge hat, so findet doch keine verschiedene oder verschieden schnelle Verarbeitung oder Wanderung der einzelnen in einem Fette vorhandenen Säuren statt. In keinem Falle konnte ich eine Anhäufung dieser oder jener Säure beobachten. Während also Trioleïn und Tripalmitin, wenn sie allein oder zusammen in einem Oele vorhanden sind, direct in den Zellen, in denen sie abgelagert sind, in Stärke oder Zucker verwandelt werden, wandern sie dagegen, wenn sie in einem Oele mit Trilinoleïn gemischt sind, mit diesem in die wachsenden Organe.

Bemerkenswert ist ferner auch eine Beobachtung von Pacht (l. c.). Derselbe zeigte, dass durch concentrirte Zuckerlösungen, wie oben erwähnt, theilweise Lösung und reichliche Emulgirung der Fette, besonders bei Gegenwart freier Säuren, stattfindet. Dasselbe geschieht aber in verschiedenem Grade und verschieden leicht bei den einzelnen Fetten. Am wenigsten sind dazu die thierischen Fette befähigt, welche hauptsächlich Säuren der Fettsäure-Reihe erhalten. Bei den vegetabilischen Fetten zeigen sich diese Erscheinungen deutlicher, unter ihnen aber am leichtesten bei den trocknenden Oelen, also gerade bei denen, welche als Reservestoffe derjenigen Samen vorkommen, die bei ihrer Keimung die beste Oelwanderung zeigen.

Untersuchungen über die Veränderungen der Reserve-Oele während der Keimung der Samen.

Zu den folgenden Versuchen, welche die Beweise für die im vorhergehenden Abschnitt aufgestellten Behauptungen liefern, wurden als Versuchsobjecte sowohl solche Samen mit, als auch ohne Oelwanderung gewählt, und zwar: *Helianthus annuus*, *Arachis hypogaea*, *Cannabis sativa*, *Cucurbita Pepo* und *Ricinus communis.* — Die Samen wurden zunächst vollständig ausgelesen und nur diejenigen verwandt, welche ein ganz gesundes Aussehen hatten. Ausserdem wurde auch darauf Bedacht genommen, nur Samen von möglichst gleicher Grösse auszuwählen, während alle besonders grossen und kleinen Exemplare ausgeschlossen wurden. Nachdem die Samen 24 Stunden in destillirtem Wasser quellen gelassen, wurden sie in flachen Schalen aus unglasirtem Thon in feuchte Sägespäne ausgesäet, wobei darauf geachtet wurde, dass die einzelnen Samen sich einander nicht berührten. Dieselben wurden dann in einem Dunkelschranke bei Zimmertemperatur im Spätsommer der Keimung überlassen, indem nur für genügende Feuchtigkeit gesorgt wurde. Sobald die Keimlinge eine für die Untersuchung geeignete Grösse erreicht hatten, wurden sie sorgfältig aus den Sägespänen herausgenommen. Dabei wurden, um ein Abreissen der Wurzeln zu verhüten, die an letzteren haftenden Sägespäne mit aus den Gefässen herausgenommen und unter einem sanften Wasserstrahle abgespült. Es zeigte sich nun, dass von den zur Aussaat gelangten Samen nur sehr wenige keimunfähig gewesen waren. Bei *Helianthus* und *Cannabis* betrug ihre Anzahl nur ungefähr 0,5—1 %, während bei den übrigen sich kaum ein Same nicht entwickelt hatte.

Die gesammelten Keimpflanzen unterlagen nun abermals einer sorgfältigen Auslese und es wurden nur solche Pflanzen zu den weiteren Untersuchungen verwandt, welche genau gleichweit entwickelt waren. Nachdem dieselben in mehrere Theile zerlegt waren, gelangten dann die einzelnen Organe getrennt zur Untersuchung. Letztere erstreckte sich, um einen besseren Vergleich zu gewähren, stets auf eine bestimmte Anzahl von Keimlingen, und zwar betrug diese bei den kleineren Samen je 1000, bei den grösseren je 100, oder stand wenigstens zu diesen Zahlen im einfachen Verhältniss, so dass die Resultate sofort auf dieselben umgerechnet werden konnten.

Das Untersuchungsmaterial wurde nun zunächst auf Fliesspapier ausgebreitet und auch von solchem bedeckt, an einem luftigen Orte möglichst schnell abtrocknen lassen und dann in tarirten Schälchen bei 105° getrocknet. Sobald die Substanz pulverisirbar war, wurde sie unter Zusatz einer gewogenen Menge feinen geglühten Quarzsandes fein zerrieben, der Mörser erst mit einem Theil des Sandes, dann mit Aether nachgespült, welche mit in das Schälchen zurückgethan wurden. Jetzt wurde das Trocknen bei 105° fortgesetzt, bis keine Gewichtsabnahme mehr erfolgte.

Die so erhaltene Trockensubstanz wurde nun im Soxhlet'schen Apparat mit Petroleumäther vollkommen extrahirt. Die Verwendung von Petroleumäther ist zwar weniger angenehm, als die von Aether, doch bietet ersterer bei der Trennung von Neutralfett und freier Säure so bedeutende Vortheile, dass ich ihm deshalb den Vorzug einräumte. Der benutzte Petroleumäther wurde aber vorher mehrere Male rectificirt und dabei alle über 60° siedenden Antheile verworfen. Die Substanz erst mit Aether zu extrahiren und die Trennung von Neutralfett und freier Säure mit Petroleumäther auszuführen war deshalb nicht rathsam, weil aus den Keimlingen auch unverseifbare Substanzen ausgezogen werden, von denen nicht feststeht, ob sie von beiden Lösungsmitteln aufgenommen werden, und dies ihre Bestimmung sehr erschwert haben würde. Nachdem der Petroleumäther von der Fettlösung abdestillirt war, wurde das rückständige Rohfett bei 105° bis zum constanten Gewicht getrocknet. Dies dauert bei Verwendung von Petroleumäther bedeutend länger, als bei Aether, da die letzten Reste des Petroleumäthers sehr energisch vom Fett zurückgehalten werden.

Das gewogene Rohfett wurde nun unter Erwärmen in 25 ccm 96 % Alkohol gelöst, oder in demselben durch Schütteln vertheilt und unter Zusatz einiger Tropfen Phenolphtaleïnlösung mit einer titrirten alkoholischen, ungefähr $^1/_2$ normalen Kalilauge genau neutralisirt. — Löst sich das Neutralfett auch anfänglich nicht in dem Alkohol, so findet doch sofort nach Zusatz einiger Tropfen der Kalilauge feinste Vertheilung durch die gebildete Seife statt. Da die alkoholische Kalilauge beständig ihren Titer ändert, so muss dieselbe natürlich jedesmal gegen $^1/_2$ Normal-Salzsäure eingestellt werden und die erhaltenen Werthe sind dann auf Normal-Flüssigkeit umzurechnen. Ebenso muss der Säurewerth des verwandten Alkohols ermittelt und von der zur Neutralisation nöthigen Kalilauge abgezogen werden.

Die neutralisirte Masse wurde dann in einen Scheidetrichter gebracht und der Kolben erst mit Alkohol, dann mit Petroleumäther ausgespült, welche ebenfalls in den Scheidetrichter gethan wurden. Nachdem der Masse dann 150 ccm Wasser zugesetzt waren, wurde sie sanft durcheinander geschüttelt und der Ruhe überlassen. Nach 24 Stunden war völlige Trennung eingetreten. Die untere Schicht enthielt die wässrig-alkoholische Seifenlösung, welche meist nur eine sehr schwache Opalescenz zeigte, während die obere Schicht von der Lösung des Neutralfettes im Petroleumäther gebildet wird. Hat man grössere Mengen Fett in Arbeit, so thut man gut, die angegebene Menge Alkohol und Wasser zu verdoppeln oder zu verdreifachen, da dies die Trennung wesentlich erleichtert. Ein zu starkes Durchschütteln der Masse im Scheidetrichter muss man vermeiden, da der Petroleumäther dann leicht etwas Seife auflöst und die Tennung dadurch sehr erschwert. Letzteres ist auch der Grund, weshalb sich Aether nicht hierzu verwenden lässt. Die Löslichkeit der Seife in Aether ist eine grössere als in Petroleumäther und beim Durchschütteln der Masse entsteht leicht eine dicke Emulsion, welche sich nicht oder doch nur unvollkommen in zwei Schichten trennt. Wenn auch die Seifenlösung noch etwas Fett enthalten sollte, so sieht man doch besser von einer nochmaligen Ausschüttelung derselben ab, da das Neutralfett bei der weiteren Behandlung sich noch sammeln lässt.

Beide im Scheidetrichter befindlichen Flüssigkeiten wurden nun genau getrennt, indem die Seifenlösung unten abgelassen wurde und dann die Fettlösung aus dem oberen Tubus ausgegossen. Nachdem der Trichter mehrere Male vorsichtig mit Petroleumäther ausgeschwenkt und dieser zu der Fettlösung gethan, wurde der Rest der im Trichter befindlichen Seifenlösung mit Alkohol ausgespült und dieser der Seifenlösung zugefügt.

Letztere wurde nun auf dem Wasserbade bis zur völligen Verjagung des Alkohols erhitzt und dann durch ein nasses Filter in einen Scheidetrichter filtrirt und Schale und Filter mit heissem Wasser nachgewaschen. Enthielt die Seifenlösung noch etwas Neutralfett, so schied sich dies beim Verdampfen des Alkohols auf der Oberfläche der Flüssigkeit in Tropfenform ab oder legte sich an die Porzellanschale an, und blieb dann beim Filtriren der Flüssigkeit in der Schale oder auf dem Filter zurück. Nach dem Trocknen wurde es dann in Petroleumäther gelöst und der Lösung des Neutralfettes zugefügt. Die Seifenlösung wurde durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt, die abgeschiedene Fettsäure mit Petroleumäther ausgeschüttelt und nach dem Verdunsten desselben gewogen.

Das Neutralfett wurde ebenfalls zur Trockene gebracht und gewogen, worauf es mit einem Ueberschuss von ½ Normal-Kalilauge bis zur völligen Verseifung gekocht wurde. Es genügt, wenn man auf 1 gr Fett 10—15 ccm Kalilauge verwendet. Nach beendeter Verseifung wurde dann die überschüssige Kalilauge, unter Verwendung von Phenolyhtaleïn als Indikator, mit ½ Normal-Salzsäure zurücktitrirt. Die Seifenlösung wurde wie oben, nach Verdünnen mit Wasser, bis zum völligen Verdampfen des Alkohols erhitzt und darauf durch ein nasses Filter filtrirt, das mit heissem Wasser nachgewaschen wurde. Auf letzterem blieben dabei etwaige, den Pflanzen durch Petroleumäther entzogene, unverseifbare Substanzen zurück. Dieselben wurden nach dem Trocknen des Filters mit Petroleumäther aufgenommen und nach dem Verdampfen desselben gewogen. Ihre Menge war meist geringer als 1 mgr, so dass sie vernachlässigt werden konnte; nur wenige Male betrug sie bis zu 3 mgr und wurde dann von der Quantität des erhaltenen Rohfettes in Abzug gebracht. Aus der erhaltenen Seifenlösung wurden die Säuren mittelst verdünnter Schwefelsäure abgeschieden, mit Petroleumäther ausgeschüttelt und nach dem Trocknen gewogen. Der %-Gehalt des Neutralfettes an Säuren ergiebt die sog. Hehner'sche Zahl. — Diese Methode zur Trennung von Neutralfett und freier Fettsäure giebt sehr brauchbare Resultate. Unter Berücksichtigung der Hehner'schen Zahl kann man aus der zur Neutralisation der freien Säure und der zur Verseifung des Neutralfettes nöthigen Mengen Kalihydrat die Quantität der freien Säure berechen nach der Gleichung:

$$x = \frac{y \cdot \frac{a \,.\, h}{100}}{b + \frac{a \,.\, h}{100}}$$

in welcher y die Menge des Rohfettes, a die zu seiner Neutralisation und b die zur Verseifung des Neutralfettes dienende Menge Kalihydrat, h aber die Hehner'sche Zahl bezeichnet. So gebrauchten in einem Falle 6,498 gr aus den Cotyledonen von *Helianthus* gewonnenes Rohfett zur Neutralisation 1,15 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,0322 gr *KHO* und zur Verseifung des Neutralfettes 41,30 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 1,156 *KHO*, während die Hehner'sche Zahl 95,61 betrug. Es berechnet sich darnach mit Hilfe obiger Gleichung der Gehalt an freier Fettsäure zu

$$\frac{6{,}498 \quad \frac{0{,}0322 \,.\, 95{,}61}{100}}{1{,}156 + \frac{0{,}0322 \,.\, 95{,}61}{100}} = 0{,}1696 \text{ gr} = 2{,}61\ {}^0/_0.$$

Gefunden wurden 0,173 gr = 2,66 $^0/_0$. — Im Hypocotyl von *Arachis hypogaea* betrug in einem Falle das Rohfett 0,353 g und erforderte zur Neutralisation der freien Säure 0,65 ccm $^1/_2$ Nomal-Kalilauge = 0,0182 gr *KHO*, zur Verseifung des Neutralfettes 1,80 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,0504 gr *KHO*. Da die Hehner'sche Zahl 95,0 betrug, so berechnet sich daraus die freie Fettsäure zu

$$\frac{0{,}353 \,.\, \frac{0{,}0182 \cdot 95{,}0}{100}}{0{,}0504 + \frac{0{,}0182 \,.\, 95{,}0}{100}} = 0{,}0902 \text{ gr} = 25{,}55\ {}^0/_0.$$

Gefunden wurde aber 0,091 gr = 25,78 $^0/_0$. — Die sich hierbei sich ergebenden Differenzen liegen nun schon innerhalb der Fehlergrenzen beim Titriren mit der Kalilauge, da hierbei 0,05 ccm die höchste zu erreichende Genauigkeit ist, und die Anwendung einer verdünnteren Kalilauge sich für die Verseifung nicht empfiehlt. — Der Verlust an Substanz, welcher bei dieser Trennung eintrat, war bei vorsichtigem Arbeiten minimal; selten betrug er bis 3 mgr; derselbe wurde dann dem gefundenen Neutralfett zugezählt, da dies hauptsächlich davon betroffen sei dürfte.

Die gewonnenen freien Fettsäuren dienten theils zu Schmelzpunktbestimmungen; in allen Fällen wurde aber nach der oben erwähnten Hübl'schen Methode ihre Jodzahl ermittelt. Dabei wurde stets möglichst schnell gearbeitet, um eine Oxydation der freien Säuren an der Luft thunlichst auszuschliessen.

Versuche mit Helianthus annuus.

1000 Samen ergaben 37,50 gr Trockensubstanz mit 11,415 gr Rohfett. Zur Neutralisation der freien Säure waren 1,25 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,035 gr *KHO* erforderlich. Die freie Säure betrug 0,184 gr = 1,605 %, das Neutralfett betrug 11,231 gr = 98,395 % und erforderte zur Verseifung 73,40 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 2,055 gr *KHO.* 1 gr Neutralfett erfordert demnach zur Verseifung 182,9 mgr *KHO* (Köttsdorfer'sche Zahl). Die Säure des Neutralfettes betrug 10,730 gr = 95,54 % (Hehner'sche Zahl).

Als erste Keimungsperiode wurde eine Entwickelung gewählt, bei der die Wurzel ihre Streckung beendet, das Hypocotyl dieselbe begonnen und eine Länge von 10 mm erreicht hatte. Die mikroskopische Untersuchung ergab in der Wurzel: im Parenchym nur Oel, in der Scheide Stärke und Zucker; im Hypocotyl: in der Scheide Stärke, im Parenchym reichlich Oel, im oberen Theile daneben vereinzelte Stärkekörner, im unteren, in der Streckung begriffenen aber Zucker. — Die Trockensubstanz von 1000 Keimlingen betrug 36,56 gr; davon entfielen auf die Schalen 16,26 gr, die Cotyledonen 15,80 gr, das Hypocotyl 3,10 gr und die Wurzeln 1,40 gr. Der Fettgehalt betrug in den Cotyledonen 6,498 gr, im Hypocotyl 0,286 gr, in den Wurzeln 0,054 gr, also im ganzen 6,838 gr.

Die 6,498 gr Rohfett der Cotyledonen erforderten zur Neutralisation 1,15 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,0322 gr *KHO* und enthielten 0,173 gr = 2,66 % freie Säure. Das Neutralfett betrug 6,325 gr = 97,34 % und wurde durch 41,30 cm $^1/_2$ Normal-Kalilauge verseift = 1,156 gr *KHO*; 1,0 gr also durch 182,8 mgr *KHO.* Die Säure des Neutralfettes betrug 6,046 gr = 95,61 %.

Im Hypocotyl betrug die Menge des Aetherextractes 0,289 gr; dieselbe erforderte zur Neutralisation 0,60 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,0168 gr *KHO* und enthielt 0,087 gr = 30,42 % freier Säure. Der Rest des Aetherextractes bestand aus 0,003 gr unverseifbarer Substanz und 0,199 gr Neutralfett, welches durch 1,30 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,0364 gr *KHO* verseift wurde und 0,189 = 94,98 % Säure enthielt.

Der Aetherextract der Wurzeln wog 0,056 gr und bestand aus 0,002 gr unverseifbarer Substanz und 0,054 gr freier Säure, welche durch 0,35 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,0098 gr *KHO* neutralisirt wurde. Neutralfett fehlte.

Zum zweiten Male wurden Keimlinge von *Helianthus annuus* in einem späteren Stadium untersucht, als das Hypocotyl eine Länge von 40 mm besass. Die Wurzeln waren völlig ausgebildet und führten im Parenchym nur noch sehr geringe Spuren von Oel, während die Stärkescheide bis auf den obersten Theil entleert war und weiter herab nur noch etwas Zucker enthielt. Das Hypocotyl führte in der Scheide reichlich Stärke, im Parenchym reichlich Oel und daneben etwas Zucker in der Streckungszone, sowie über derselben einzelne Stärkekörner. — 1000 Keimlinge gaben

34,99 gr Trockensubstanz, von der 16,26 gr auf die Schalen, 9,95 gr auf auf die Cotyledonen und 8,78 gr auf Hypocotyl und Wurzeln entfielen. Der Fettgehalt betrug 2,263 gr, wovon die Cotyledonen 1,903 gr, Hypocotyl und Wurzeln 0,360 gr enthielten.

Der Aetherextract der Cotyledonen wog 1,906 gr, wovon 0,003 gr unverseifbar waren. Zur Neutralisation waren 1,00 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,028 gr KHO erforderlich. Freie Säure war 0,148 gr = 7,77 % vorhanden. Das Neutralfett betrug 1,755 gr = 92,23 %, welche zur Verseifung 11,50 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge erforderten (1 gr = 183,5 mgr KHO) und 1,670 gr = 95,16 % Fettsäure enthielten.

Das Rohfett aus Hypocotyl und Wurzeln betrug 0,363 gr mit 0,003 gr unverseifbarer Substanz. Zur Neutralisation der freien Säure, welche 0,166 gr = 46,11 % betrug, dienten 1,10 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,0308 gr KHO. Das Neutralfett wog 0,194 gr = 53,89 % und wurde durch 1,25 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge = 0,035 gr KHO verseift. Es enthielt 0,184 gr = 94,85 % Fettsäure.

Die folgende Tabelle mag eine Uebersicht über die erhaltenen Werthe und die daraus zu ziehenden Schlüsse geben.

No.	Pflanzentheil.	Roh-Fett.	Neutral-Fett.	Freie Säure.	Säuregehalt d. Rohfetts %.
1	Samen	11,415	11,231	0,184	1,605
2	Periode I. Cotyledonen	6,498	6,325	0,173	2,66
3	Hypocotyl	0,286	0,199	0,087	30,42
4	Wurzeln	0,054	—	0,054	100,0
5	Summa	6,838	6,524	0,314	4,59
6	Periode II. Cotyledonen	1,903	1,755	0,148	7,77
7	Hypocotyl und Wurzeln	0,360	0,194	0,166	46,11
8	Summa	2,263	1,949	0,314	13,88
9	Verbrauch in der I. Periode	4,577	4,707	— 0,130	
10	„ in der II. „	4,575	4,575	± 0	
11	„ in der I. und II. Periode	9,152	9,282	— 0,130	
12	Aus den Cotyledonen ausgewandert in der I. Periode	4,917	4,906	0,011	
13	„ in der II. Periode	4,595	4,570	0,025	
14	„ in der I. u. II. Periode	9,512	9,476	0,036	

In dieser Zusammenstellung ergiebt sich aus den Reihen 9, 10 und 11 die während der einzelnen Zeitabschnitte in andere Körper umgesetzte

Menge Fett, während 12, 13, 14 die Auswanderung des Fettes aus den Cotyledonen zeigen. Bemerkenswerth ist vor allem, dass in den Cotyledonen nicht eine Spaltung des Fettes in grösserem Massstabe stattfindet. Der absolute Gehalt des Fettes an freier Säure hat sogar etwas abgenommen, da die Spaltung nicht gleichen Schritt mit der Auswanderung hält. Der relative Säuregehalt hat sich dagegen langsam von 1,605 auf 7,77 % erhöht. Es folgt daraus, dass die Spaltung des Fettes nur da vor sich geht, wo dasselbe seine Ablagerungsstätte verlässt, also von der Basis nach der Spitze allmählig fortschreitend. Das in Zersetzung begriffene Fett wandert dann aber auch sofort aus den Cotyledonen aus. Der Fettgehalt in Hypocotyl und Wurzel unterliegt nur langsamen Schwankungen, er nimmt anfangs etwas zu und bei der Streckung etwas ab. Der Gehalt des im Hypocotyl befindlichen Fettes an freier Säure beträgt nach der ersten Periode, wenn das Fett erst eine geringe Zersetzung erfahren hat, 30,42 %. Das Oel hat also während seiner Wanderung einen Säuregehalt gehabt, welcher zwischen 7,77 und 30,42 % liegt. Sobald Hypocotyl oder Wurzel ihre Streckung beendet haben, besteht der dann noch in den Zellen verbleibende geringe Rest des Fettes aus freier Säure, wie dies in den Wurzeln der ersten Periode der Fall ist, und wodurch auch der Säuregehalt des in Hypocotyl und Wurzel der zweiten Periode befindlichen Fettes auf 46,11 % erhöht wird. Der Gehalt des in den ganzen Keimlingen befindlichen Fettes an freier Säure nimmt nur sehr langsam zu; derselbe beträgt nach der ersten Periode 4,59 % und nach der zweiten Periode nur 13,88 %, letzteres also zu einer Zeit, in der schon 83,33 % alles vorhanden gewesenen Reserveöles verbraucht worden sind.

Versuche mit Arachis hypogaea.

Die Versuche wurden in derselben Weise ausgeführt, wie dies bei *Helianthus* angegeben. Die erhaltenen Werthe sind folgende.

100 Samen mit 47,30 gr Trockensubstanz enthielten 23,092 gr Fett.
Neutralisirt durch 1,90 ccm ½ n-Kalilauge = 0,0532 gr KHO.
Freie Säure = 0,260 gr = 1,13 %.
Neutralfett = 22,832 gr = 98,87 %; verseift durch 155,80 ccm ½ n-Kalilauge = 4,3624 gr KHO (1 gr also durch 191,1 gr KHO).
Gebundene Säure = 21,713 gr = 95,1 %.

Die Keimpflanzen wurden in drei Perioden untersucht; das erste Mal bei einer Wurzellänge von 15 mm, dann nach Ausbildung des Hypocotyl und drittens zu einer Zeit, wo das Epicotyl 20 mm lang war und die ersten Blätter zu entfalten begann.

Nach der ersten Periode ergaben 100 Keimlinge, deren Wurzeln 15 mm und deren Hypocotyl 5 mm lang waren, ein Trockengewicht von 44,40 gr, wovon die Cotyledonen 42,00 gr, Hypocotyl und Wurzeln 2,40 gr wogen.

Die Cotyledonen enthielten 18,400 gr Fett, neutralisirt durch 5,40 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,1512 gr KHO. Freie Säure = 0,752 gr = 4,09 %. Neutralfett = 17,648 gr = 95,91 %; verseift durch 120,45 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 3,3726 gr KHO (Verseifungszahl = 191,1). Gebundene Säure = 16,783 gr = 95,10 % des Neutralfettes.

Hypocotyl und Wurzel: Rohfett = 0,346 gr, neutralisirt durch 0,40 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0112 gr KHO. Freie Säure = 0,056 gr = 16,19 %. Neutralfett = 0,290 gr = 83,81 %; verseift durch 2,00 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,056 gr KHO (Verseifungszahl 193,1). Gebundene Säure = 0,275 gr = 94,8 % des Neutralfettes.

Nach der zweiten Periode war die Wurzel völlig ausgebildet, mit zahlreichen Nebenwurzeln versehen, und das Hypocotyl hatte eine Länge von 25 mm erreicht. 100 Keimlinge hatten ein Trockengewicht von 37,60 gr, von denen 32,50 gr auf die Cotyledonen, 5,10 gr auf Wurzeln und Hypocotyl entfielen.

Cotyledonen: Rohfett 14,287 gr, neutralisirt durch 5,10 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,1428 gr KHO. Freie Säure = 0,711 gr = 4,98 %. Neutralfett = 13,576 gr = 95,02 %; verseift durch 92,65 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 2,5932 gr KHO (Verseifungszahl 191,2). Gebundene Säure = 12,910 gr = 95,10 % des Neutralfettes.

Hypocotyl und Wurzeln: Rohfett = 0,353 gr, neutralisirt durch 0,65 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0182 gr KHO. Freie Säure = 0,091 gr = 25,78 %. Neutralfett = 0,362 gr = 74,22 %; verseift durch 1,80 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0504 gr KHO (Verseifungszahl 192,3). Gebundene Säure = 0,249 gr = 95,0 % des Neutralfettes.

Nach der dritten Periode betrug die Trockensubstanz von 100 Keimlingen 36,20 gr, wovon 23,70 gr auf die Cotyledonen, 12,50 gr auf die übrigen Theile kamen.

Cotyledonen: Rohfett 10,037 gr, neutralisirt durch 4,30 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,1204 gr KHO. Freie Säure = 0,600 gr = 5,98 %. Neutralfett = 9,437 gr = 94,02 %; verseift durch 64,40 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 1,8032 gr KHO (Verseifungszahl 191,1). Gebundene Säure = 8,970 gr = 95,0 % des Neutralfettes.

Wurzel, Hypocotyl und Epicotyl: Rohfett 0,262 gr, neutralisirt durch 0,50 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,014 gr KHO. Freie Säure = 0,070 gr = 29,31 %. Neutralfett = 0,192 gr = 70,69 %; verseift durch 1,30 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0364 gr KHO (Verseifungszahl 189,6). Gebundene Säure = 0,182 gr = 94,8 % des Neutralfettes.

Wie aus der nachstehenden Zusammenstellung der mit *Arachis hypogaea* erhaltenen Resultate ersichtlich ist, lassen sich aus diesen ähnliche Schlussfolgerungen ableiten, wie bei *Helianthus annuus*. Die Reihen 16—20 geben die Mengen des aus den Cotyledonen in den einzelnen Perioden verschwundenen Fettes. Dadurch, dass dies nur zum Theil

No.		Pflanzentheil.	Roh-Fett gr.	Neutral-Fett gr.	Freie Säure gr.	Säuregehalt d. Rohfetts %.
1		Samen	23,092	22,832	0,260	1,13
2	I. Periode.	Cotyledonen	18,400	17,648	0,752	4,09
3		Hypocotyl und Wurzeln	0,346	0,290	0,056	16,19
4		Summa	18,746	17,938	0,808	4,31
5	II. Period.	Cotyledonen	14,287	13,576	0,711	4,98
6		Hypocotyl und Wurzeln	0,353	0,262	0,091	25,78
7		Summa	14,640	13,838	0,802	5,47
8	III. Period.	Cotylodonen	10,037	9,437	0,600	5,98
9		Epicotyl, Hypocotyl u. Wurzeln	0,262	0,192	0,070	29,31
10		Summa	10,299	9,629	0,670	6,50
11		Verbrauch in der I. Periode	4,346	4,894	– 0,648	
12		„ in der II. Periode	4,106	4,100	0,006	
13		„ in der I. und II. Periode	8,452	8,994	– 0,542	
14		„ in der III. Periode	4,341	4,209	0,132	
15		„ in der I., II. u. III. Periode	12,793	13,203	– 0,410	
16		Aus den Cotyledonen ausgewandert in der I. Periode	4,692	5,184	– 0,492	
17		„ in der II. Periode	4,113	4,072	0,041	
18		„ in der I. u. II. Periodd	8,805	9,258	– 0,451	
19		„ in der III. Periode	4,250	4,139	0,111	
20		„ in der I., II. u. III. Peride	13,055	13,395	– 0,340	

ausgewandert ist, zum Theil aber in den Cotyledonen selbst in Stärke umgesetzt worden ist, ergeben sich geringe Unterschiede. Es erklärt sich dadurch die in der ersten Periode bemerkbare Zunahme der absoluten Menge freier Säure in den Cotyledonen von 0,260 gr auf 0,752 gr, welche dann in den folgenden Perioden, ebenso wie bei *Helianthus*, langsam abnimmt. Der relative Säuregehalt des Fettes in den Cotyledonen erfährt demgemäss in der ersten Periode eine schnelle und später nur eine langsame Steigerung. Der Säuregehalt des wandernden Fettes liegt zwischen 5,98 % und 16,19 %. Da auch hier der Spaltung des Neutralfettes die Verarbeitung der freien Säuren unmittelbar folgt, so nimmt der Gehalt des in den ganzen Keimlingen vorhandenen Fettes an freier Säure nur sehr langsam zu. Nach der dritten Periode, als das Epicotyl schon die ersten Blätter entfaltete, und von dem in den Samen vorhandenen Reserve-Oel schon 55,40 % verbraucht waren, war der Gehalt des übriggebliebenen Fettes an freier Säure nur von 1,13 auf 6,50 % gestiegen.

Die hier bei *Helianthus* und *Arachis* geschilderten Verhältnisse liegen in derselben Weise auch bei der Keimung anderer Samen vor. Es wurden zur Bestätigung noch weitere Untersuchungen mit *Cannabis sativa*, *Cucurbita Pepo* und *Ricinus communis* vorgenommen. Dieselben wurden jedoch in der Weise vereinfacht, dass die sehr umständliche und zeitraubende Trennung des Neutralfettes von der freien Säure unterlassen wurde, da sich aus den bisher mitgetheilten Ziffern ergiebt, dass die Berechnung nach der oben erwähnten Gleichung dieselben Resultate wie eine praktisch ausgeführte Trennung liefert. Zur Ermittelung der Hehnerschen Zahlen der Fette diente das, wie oben bei *Helianthus* und *Arachis* angegeben, von der Säure befreite Neutralfett der Samen. Wie aus den bisherigen Daten hervorgeht, verändert sich dieser Werth bei der Keimung nicht, da die erhaltenen Differenzen innerhalb der Fehlergrenzen liegen. — Es wurde also nach Neutralisation des Rohfettes mit alkoholischer Kalilauge sofort ein Ueberschuss dieser zur Verseifung des Neutralfettes zugefügt.

Cannabis sativa.

1000 Stück Samen gaben 16,545 gr Trockensubstanz mit 4,896 gr Rohfett. Neutralisirt durch 2,70 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0756 gr KHO. Neutralfett verseift durch 30,50 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,954 gr KHO. Die Hehner'sche Zahl betrug 92,25. Es berechnet sich daraus die freie Fettsäure zu

$$\frac{4{,}896 \cdot \frac{0{,}0756 \cdot 92{,}25}{100}}{0{,}954 + \frac{0{,}0756 \cdot 92{,}25}{100}} = 0{,}370 \text{ gr} = 7{,}56\,\%.$$

Die Keimlinge wurden in einem Stadium untersucht, in welchem die Wurzel ausgebildet war und das Hypocotyl eine Länge von 20 mm besass. — 1000 Stück Keimlinge gaben 11,470 gr Trockensubstanz (ohne Samenschalen), wovon 8,235 gr auf die Cotyledonen, 3,235 gr auf Wurzel und Hypocotyl entfielen. — Das Parenchym von Wurzel und Hypocotyl enthielt nur Oel, während die Scheide reichlich Stärke führte.

Die Cotyledonen enthielten 2,067 gr Rohfett. Zur Neutralisation der freien Säure dienten 1,47 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,04116 gr KHO; zur Verseifung des Neutralfettes 12,60 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,3528 gr KHO. Die Summe von freier und gebundener Fettsäure betrug 1,922 gr. Die freie Säure berechnet sich zu 0,201 gr = 9,72 %.

Hypocotyl und Wurzel: Rohfett = 0,282 gr, davon 0,003 gr unverseifbar. Freie Säure neutralisirt durch 0,80 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0224 gr KHO. Neutralfett verseift durch 1,15 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge 0,0322 gr KHO. Freie und gebundene Säure = 0,265 gr. Freie Säure berechnet = 0,109 gr = 39,07 %.

Eine Zusammenstellung ergiebt die folgende Tabelle, aus welcher sich die gleichen Schlüsse wie bei *Helianthus* und *Arachis* ableiten lassen.

No.	Pflanzentheil.	Roh-Fett.	Neutral-Fett.	Freie Säure.	Säuregehalt d. Rohfetts %.
1	Samen	4,896	4,526	0,370	7,56
2	Cotyledonen	2,067	1,866	0,201	9,72
3	Hypocotyl und Wurzel	0,279	0,170	0,109	39,07
4	Summa	2,346	2,036	0,310	13,21
5	Verbraucht	2,550	2,490	0,060	
6	Aus den Cotyledonen ausgewandert	2,829	2,660	0,169	

Cucurbita Pepo.

100 Samen mit 46,50 gr Trockengewicht gaben 17,750 gr Rohfett. Freie Säure neutralisirt durch 1,80 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0504 gr KHO. Neutralfett verseift durch 119,15 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 3,3362 gr KHO. Die Hehner'sche Zahl war im Mittel mehrerer Bestimmungen 92,70. Freie Säure berechnet = 0,245 gr = 1,35 % des Rohfettes. Die gesammte Fettsäure betrug 16,488 gr.

Die Keimlinge kamen zu einer Zeit zur Untersuchung, als die Wurzel ausgebildet und reichlich mit Nebenwurzeln besetzt war, und das Hypocotyl eine Länge von 10 mm besass. Beide enthielten im Parenchym nur Spuren von Oel, das Hypocotyl dagegen sehr reichlich Stärke. In den Cotyledonen war die Stärkebildung fast bis zur Hälfte vorgeschritten, erstreckte sich jedoch an der Peripherie der Cotyledonen noch eine kurze Strecke in die obere Hälfte hinein. Die Cotyledonen gelangten als obere und untere Hälfte getrennt zur Untersuchung. — 100 Keimlinge ohne Samenschalen gaben 34,81 gr Trockensubstanz, davon wogen Wurzel und Hypocotyl 5,21 gr, die untere Hälfte der Cotyledonen 13,80 gr und die obere Hälfte derselben 15,80 gr.

Cotyledonen, obere Hälfte: Rohfett 5,147 gr. Freie Säure neutralisirt durch 0,65 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0182 gr KHO. Neutralfett verseift durch 34,40 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,9632 gr KHO. Freie Säure berechnet = 0,08823 gr = 1,71 %. Freie und gebundene Säure = 4,765 gr.

Cotyledonen, untere Hälfte: Rohfett 4,630 gr. Freie Säure neutralisirt durch 1,05 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0294 gr KHO. Neutralfett verseift durch 30,50 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,854 gr KHO. Freie Säure berechnet = 0,1305 gr = 2,82 %. Freie und gebundene Säure betrug 4,282 gr.

Wurzel und Hypocotyl: Rohfett 0,086 gr. Freie Säure neutralisirt durch 0,50 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,014 gr *KHO*. Neutralfett verseift durch 0,10 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0028 gr *KHO*. Freie Säure berechnet = 0,0705 gr = 82,00 % des Rohfettes. Freie und gebundene Säure = 0,084 gr.

Diese, in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellten Resultate bestätigen die oben gezogenen Schlussfolgerungen, dass in den Cotyledonen nur da die Spaltung des Neutralfettes stattfindet, wo ihr die weitere Verarbeitung der freien Säure auf dem Fusse folgt. Demzufolge hat das Oel in der oberen Hälfte der Cotyledonen nur eine sehr geringe Zunahme des Säure-Gehaltes erfahren, welche auf die erwähnte peripherische Umsetzungszone beschränkt sein dürfte. Der hohe Gehalt des Fettes der wachsenden Organe an freier Säure, welcher den, bei den anderen Beispielen gefundenen bedeutend übersteigt, zeigt, dass bei *Cucurbita Pepo* keine oder nur sehr geringe Oelwanderung stattfinden kann. Es findet daher in den wachsenden Organen keine Zufuhr von Neutralfett, sondern nur ein Verbrauch des in der Embryoanlage schon in den Zellen vorhandenen Fettes statt.

No.	Pflanzentheil.	Roh-Fett gr.	Neutral-Fett gr.	Freie Säure gr.	Säuregehalt d. Rohfetts %.
1	Samen	17,750	17,505	0,245	1,35
2	Cotyledonen, obere Hälfte	5,147	5,059	0,088	1,71
3	„ untere „	4,630	4,499	0,131	2,82
4	Hypocotyl und Wurzel	0,086	0,015	0,071	82,00
5	Summa	9,863	9,573	0,290	2,94
6	Verbrauch	7,887	7,932	— 0,045	

Ricinus communis.

Die Keimlinge wurden zu einer Zeit untersucht, als die Wurzel ihre Streckung beendet hatte und das Hypocotyl 15 mm lang war. Die Cotyledonen steckten noch ganz im Endosperm, das an seiner Basis reichlich Stärke und Zucker enthielt. Die Cotyledonen waren stark mit Stärke erfüllt, führten aber keinen Zucker. — Von 100 Keimlingen wogen: Endosperm 99,43 gr, trocken 19,57 gr mit 2,943 gr Fett. Cotyledonen 10,88 gr, trocken 2,88 gr mit 0,623 gr Fett. Hypocotyl und Wurzel 59,43 gr, trocken 7,14 gr mit 0,217 gr Fett.

Das Fett des Endosperms erforderte zur Neutralisation 1,75 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,0490 gr *KHO*, zur Verseifung des Neutralfettes 17,40 ccm $^1/_2$ n-Kalilauge = 0,4872 gr *KHO*. Die Hehner'sche Zahl betrug im Mittel mehrerer Bestimmungen 94,80 gr. Daraus berechnet sich die freie Säure im Fett des Endosperms zu 0,2566 gr = 8,72 % des Rohfettes.

Im Fett der Cotyledonen dienten zur Neutralisation der freien Säure 1,30 ccm $^1/_2$ *n*-Kalilauge = 0,0364 gr *KHO,* zur Verseifung des Neutralfettes 2,80 ccm $^1/_2$ *n*-Kalilauge = 0,0784 gr *KHO,* so dass sich die freie Säure demnach zu 0,1904 gr = 30,56 % des Rohfettes berechnet.

Im Fett der Wurzel und des Hypocotyl dienten zur Neutralisation der freien Säure 1,30 ccm $^1/_2$ *n*-Kalilauge = 0,0364 gr *KHO,* zur Verseifung des Neutralfettes 0,15 ccm $^1/_2$ *n*-Kalilauge = 0,0042 gr *KHO.* Die freie Säure berechnet sich daraus zu 0,19345 gr = 89,15 % des Rohfettes.

Das Oel, welches von den Cotyledonen aus dem Endosperm aufgesogen worden war, hatte also im höchsten Falle 30,56 % freie Säure; doch dürfte der wirkliche Säure-Gehalt wesentlich tiefer liegen, da in den ganzen Cotyledonen eine sehr lebhafte Umsetzung des aufgenommenen Oeles in Stärke stattfindet. Der Säuregehalt des aus dem Endosperm gewonnenen Oeles kann hier auch nicht als Minimalwerth gelten, da derselbe durch die an der Basis des Endosperms stattfindende Stärke- und Zuckerbildung jedenfalls merklich erhöht wird.

Bei der mikroskopischen Betrachtung des Keimungsprocesses hatten wir gesehen, dass die Entwickelung der verschiedenen Keimlinge Verschiedenheiten aufweist, welche eine gewisse Beziehung zur Zusammensetzung der Reserve-Oele erkennen lassen. Zeigt es sich aber, dass ein Bestandtheil eines Fettes leichter zu verarbeiten ist, oder dass z. B. ein hoher Gehalt eines Oeles an Leinölsäure dasselbe zur Oelwanderung disponiert, so ist damit auch die Möglichkeit einer ungleichmässigen Verarbeitung der einzelnen Bestandtheile dieses Fettes gegeben. Durch eine ungleichmässige Verarbeitung der einzelnen Bestandtheile eines Fettes oder durch die stärkere Wanderung einer Säure müssen aber Verschiebungen in der Zusammensetzung der Oele, beziehungsweise eine Anhäufung der weniger leicht zu verarbeitenden Antheile desselben stattfinden. Eine derartige Veränderung der Zusammensetzung der Fette, welche durch ein wechselndes Verhältniss der in ihnen vorhandenen Säuren hervorgerufen ist, wird sich nun durch eine Aenderung ihrer Jodzahl zu erkennen geben. — Ich benutzte daher die bei den bisherigen Versuchen über den Säuregehalt der Fette gewonnenen freien Fettsäuren zur Bestimmung ihrer Jodzahl. Letzteres geschah nach der v. Hübl'schen Methode, indem darauf Bedacht genommen wurde, die Bestimmung sofort nach der Abscheidung auszuführen, da die freien Säuren sich an der Luft schneller oxydiren als ihre Glyceride und eine Oxydation der Säuren ihr Aufnahmevermögen für Jod herabsetzt. — Die erhaltenen Werthe ergeben sich aus folgenden Tabellen. Die in der letzten Spalte derselben aufgeführten

Ziffern sind die Jodzahlen der Säuren, also die Menge Jod, welche von 100 Theilen Fettsäure addirt wird.

Helianthus annuus.

	Pflanzentheil.	Zur Bestimmung verwandte Fettsäure gr.	$^1/_{10}$ Normal-Jodlösung entfärbt ccm.	Jodzahl	
				der gebundenen Säure.	der freien Säure.
	Samen: freie Säure	0,184	16,90		116,6
	„ gebundene Säure	0,150	16,60	140,6	
Periode I.	Cotyledonen: freie S.	0,173	14,70		107,9
	„ gebundene S.	0,220	23,80	137,4	
	Hypocotyl: freie S.	0,087	6,40		93,4
	„ gebundene S.	0,189	17,90	120,3	
	Wurzel: freie S.	0,054	2,85		67,0
Periode II.	Codyledonen: freie S.	0,148	9,20		78,9
	„ gebundene S.	0,268	28,50	135,1	
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,166	4,90		37,5
	„ gebundene S.	0,184	15,85	109,4	

Arachis hypogaea.

	Pflanzentheile.	Zur Bestimmung verwandte Säure gr.	Entfärbte $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung ccm.	Jodzahl	
				der gebundenen Säure.	der freien Säure.
	Samen: freie Säure	0,260	19,00		92,8
	„ gebundene Säure	0,351	26,65	96,4	
Periode I.	Cotyledonen: freie S.	0,752	53,40		90,2
	„ gebundene S.	0,634	45,50	91,1	
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,056	3,90		89,6
	„ gebundene S.	0,275	19,50	90,1	
Periode II.	Cotyledonen: freie S.	0,711	47,60		85,2
	„ gebundene S.	0,609	42,90	89,5	
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,091	6,00		83,7
	„ gebundene S.	0,249	16,50	84,1	
Periode III.	Cotyledonen: freie S.	0,600	37,85		80,1
	„ gebundene S.	0,452	31,15	87,5	
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,070	4,40		79,8
	„ gebundene S.	0,182	11,85	82,6	

Canuabis sativa.

Pflanzentheil.	Zur Bestimmnng verwandte Säure gr.	Entfärbte $^{1}/_{10}$ Normal-Jodlösung ccm.	Jod-Zahl.
Samen	0,282	34,50	155,4
Cotyledonen	0,232	28,00	153,3
Wurzel und Hypocotyl	0,114	9,00	100,3

Cucurbita Pepo.

Pflanzentheil.	Zur Bestimmung verwandte Säure gr.	Entfärbte $^{1}/_{10}$ Normal-Jodlösung ccm.	Jod-Zahl.
Samen	0,521	53,65	130,8
Cotyledonen, obere Hälfte	0,170	17,50	130,7
„ untere „	0,214	20,90	124,0
Hypocotyl und Wurzel	0,084	6,00	90,7

Diese Bestimmungen ergeben übereinstimmend, dass sich das Aufnahmevermögen der Fettsäuren für Jod bei der Keimung der Samen langsam aber stetig vermindert, und zwar in der Weise, dass es bei den freien in schnellerem Tempo abnimmt, als bei den gebundenen Säuren des Neutralfettes. Würden nun keine anderen Verhältnisse mitsprechen, so würde sich aus dieser Abnahme der Jodzahlen der Fette eine verschiedene Verarbeitung der in dem Fette enthaltenen Säuren in dem Sinne ergeben, dass die Säuren der Fettsäure-Reihe, welche kein Jod addiren, weniger schnell verarbeitet werden und daher eine Anhäufung erfahren. Letztere würde aber doch nur sehr gering sein, da die niedrigsten Jodzahlen nur denjenigen Fettsäuren zukommen, welche nur in geringer Menge vorhanden sind, während die Säuren der grösseren Fettmengen nur eine schwache Verminderung des Aufnahmevermögens zeigen. Führen wir z B. bei *Heliarthus* die Rechnung aus, indem wir von der Annahme ausgehen, dass die isolirten Fettsäuren in ihrem Verhältnisse wechselnde Gemenge von Leinölsäure und Palmitinsäure seien und keine anderen Säuren enthielten. In Wirklichkeit wird das ja nicht zutreffen; doch, wie immer die Säuregemische zusammengesetzt sein mögen, bleibt das Resultat der Berechnung im Princip dasselbe. Unter Berücksichtigung der Jodzahl für Leinölsäure, welche 201,59 beträgt, berechnen sich für die erhaltenen Säuren die in folgender Tabelle zusammengestellten Zusammensetzungen.

	Pflanzentheil.	Gesammt-Säure.	Leinöl-Säure.	Palmitin-Säure.
	Samen: freie Säure	0,184	0,106	0,078
	„ gebundene S.	10,730	7,468	3,262
	„ Summa	10,917	7,574	3,340
Periode I.	Cotyledonen: freie Säure	0,173	0,093	0,080
	„ gebundene S.	6,046	4,121	1,925
	„ Summa	6,219	4,214	2,005
	Hypocotyl: freie Säure	0,087	0,040	0,047
	„ gebundene S.	0,189	0,113	0,076
	„ Summa	0,276	0,153	0,123
	Wurzel: freie Säure	0,054	0,018	0,036
	Keimlinge d. I. Period.: Summa	6,549	4,385	2,164
Periode II.	Cotyledonen: freie Säure	0,148	0,048	0,100
	„ gebundene S.	1,670	1,114	0,556
	„ Summa	1,818	1,162	0,656
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,166	0,031	0,135
	„ gebundene S.	0,184	0,100	0,084
	„ Summa	0,350	0,131	0,219
	Keimlinge d. II. Period.: Summa	2,168	1,293	0,875
	Verbraucht in der I. Periode	4,365	3,189	1,176
	„ in der II. Periode	4,381	3,105	1,276
	„ in der I. und II. Periode	8,746	6,281	2,465
	Aus den Cotyledonen ausgewandert in der I. Periode	4,695	3,360	1,335
	„ in der II. Periode	4,401	3,052	1,349
	„ in d. I. u. II. Periode	9,096	6,412	2,684

Aus dieser Berechnung geht nun hervor, dass im angenommenen Falle während der Keimung verbraucht worden wären: In der I. Periode 3,189 gr = 42,00 % der in den Samen vorhanden gewesenen Leinölsäure säure und 1,176 = 35,21 % Palmitinsäure; in der II. Periode 3,105 gr = 41,00 % Leinölsäure und 1,276 gr = 38,21 % Palmitinsäure; also im Ganzen 83,10 % der in den Samen vorhandenen Leinölsäure und 73,42 % der Palmitinsäure. Die Auswanderung aus den Cotyledonen erstreckte sich in der I. Periode auf 3,360 gr = 44,36 % Leinölsäure und 1,335 gr = 40,00 % Palmitinsäure, in der II. Periode auf 3,052 gr = 40,30 % Leinölsäure und 1,349 gr = 40,40 % Palmitinsäure; also im Ganzen auf 84,66 % der vorhandenen Leinölsäure und 80,40 % der Palmitinsäure. — Man sieht also, dass die leichtere Verarbeitung beziehungsweise schnellere Wanderung der Leinölsäure nur eine ausserordentlich geringe wäre, während bei anderen bekannten Fällen des electiven Stoffwechsels ganz beträchtliche Anhäufungen der weniger leicht verarbeitbaren Stoffe stattfinden.

Diese geringe, zu Gunsten der Leinölsäure bestehende Unterschied wird nun aber durch folgende Erwägungen auf Null reduzirt. Der Fähigkeit der Fettsäuren, Sauerstoff zu absorbiren wurde schon vorher gedacht. Schon Hellriegel[1]) wies darauf hin, dass die Keimlinge ölhaltiger Samen Sauerstoff absorbiren, und daher in der ersten Zeit der Keimung sogar eine Zunahme an Trockensubstanz erfahren. Müntz[2]) wies dann weiter nach, dass es speciell das Fett ist, welches die Aufnahme von Sauerstoff bedingt.

Von den verschiedenen Fettsäuren sind die festen Fettsäuren der Reihe $C_n H_{2n} O_2$ nicht zur Sauerstoffaufnahme befähigt. Bei Behandlung mit oxydirenden Mitteln erfahren sie weitergehende Spaltungen in verschiedene Körper, unter denen z. B. Oxalsäure, Essigsäure und andere bekannt sind. Dieselben sind alle in Wasser löslich und meist in Aether unlöslich so dass sie also keine Bestandtheile der auf unsere Weise aus den Keimlingen gewonnenen Fettsäuren bilden können. Dagegen nehmen die Säuren der Oelsäure-Reihe, leichter aber noch die Leinölsäure Sauerstoff auf, indem letzterer an die Stelle der ungesättigten Bindungen tritt. und dadurch die ungesättigten Bindungen in gesättigte übergeführt werden. Dies ist sowohl bei den Triglyceriden, wie bei den freien Säuren der Fall, geht jedoch bei letzteren bekanntermaassen · viel schneller vor sich. In dem Maasse als nun die ungesättigten Bindungen der Fettsäuren durch die Aufnahme von Sauerstoff in gesättigte übergeführt werden, muss natürlich das Aufnahmevermögen für Jod sinken, da die Addition desselben ja ebenfalls an der Stelle der ungesättigten Bindungen stattfindet. Einer Aufnahme von 2 Atomen Jod entspricht aber die von 1 Atom Sauerstoff, so dass je 127 Theilen Jod, welche eine Säure addiren kann, 8 Theile Sauerstoff entsprechen. Berechnen wir dem entsprechend aus den Jodzahlen die aufgenommene Menge Sauerstoff, so kommen wir zu den in den folgenden Tabellen aufgestellten Werthen. Als normal können wir dabei wohl diejenigen Jodzahlen annehmen, welche die Säure der, aus den Samen gewonnenen Neutralfette ergaben. Dieselben betrugen bei *Helianthus* 140,6 bei *Arachis* 96,4, bei *Cannabis* 155,4, und bei *Cucurbita* 130,8. Die ihnen entsprechenden Mengen Jod, welche die Fettsäuren aufgenommen haben würden, wenn sie keine Veränderung bei der Keimung erfahren hätten, finden sich in der zweiten Spalte, während die dritte Spalte die wirklich addirte Jodmenge ergiebt.

---

1) Hellriegel, Zur Keimungsgeschichte ölgebender Samen. Journal für prakt. Chemie 1855. LXIV. pg. 94 ff.

2) Müntz, Sur la germination des graines oléagineuses. Annales de chimie et de physique 1871. sér. IV. t. XXII. pg. 372 ff.

Helianthus annuus.

	Pflanzentheil.	Säure gr.	Soll Jod addieren: gr.	Addiert Jod: gr.
Periode I.	Cotyledonen: freie Säure	0,173	0,243	0,187
	„ gebundene S.	6,046	8,501	8,307
	Hypocotyl: freie Säure	0,087	0,122	0,081
	„ gebundene Säure	0,189	0,266	0,227
	Wurzel: freie Säure	0,054	0,076	0,037
	Keimlinge: Summa	6,549	9,208	8,839
Periode II.	Cotyledonen: freie Säure	0,148	0,208	0,117
	„ gebundene S.	1,670	2,348	2,256
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,166	0,233	0,062
	„ gebundeneSäure	0,184	0,259	0,201
	Keimlinge: Summa	2,168	3,048	2,636

Nach der I. Keimungsperiode addirten die vorhandenen Fettsäuren 0,369 gr Jod weniger, als sie gethan haben würden wenn sie durch den Keimungsprocess keine Veränderung erlitten hätten, Nach der II. Periode betrug diese Jodmenge 0,412 gr. Denselben entspricht eine Sauerstoffabsorption in der I. Periode von 0,02325 gr = 0,340$^0/_0$ des Rohfettes in der II. Periode von 0,0291 gr = 1,286$^0/_0$ des Rohfettes.

Cannabis satira.

Pflanzentheil.	Säure gr.	Soll Jod addieren: gr.	Addiert Jod: gr.
Cotyledonen	1,922	2,987	2,946
Hypocotyl und Wurzel	0,265	0,412	0,266
Keimlinge: Summa	2,187	3,399	3,212

Bei *Cannabis sativa* betrug demnach die Differenz der Jodaufnahme 0,187 gr, welche 0,0318 gr Sauerstoff entsprechen. Die Sauerstoffaufnahme betrug demnach 0,503$^0/_0$ des Rohfettes.

Cucurbita Pepo.

Pflanzentheil.	Säure gr.	Soll Jod addieren: gr.	Addiert Jod: gr.
Cotyledonen: obere Hälfte	4,765	6,233	6,228
„ untere Hälfte	4,282	5,601	5,310
Hypocotyl und Wurzel	0,084	0,110	0,076
Keimlinge: Summa	9,131	11,944	11,614

Arachis hypogaea.

	Pflanzentheil.	Säure gr.	Soll Jod addieren: gr.	Addiert Jod: gr.
Periode I.	Cotyledonen: freie Säure	0,752	0,725	0,678
	„ gebundene S.	16,783	16,179	15,289
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,056	0,054	0,050
	„ gebundene S.	0,275	0,265	0,248
	Keimlinge: Summa	17,866	17,223	16,265
Periode II.	Cotyledonen: freie Säure	0,711	0,685	0,606
	„ gebundene S.	12,910	12,445	11,546
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,091	0,088	0,076
	„ gebundene S.	0,249	0,240	0,209
	Keimlinge: Summa	13,961	13,458	12,437
Periode III.	Cotyledonen: freie Säure	0,600	0,578	0,481
	„ gebundene S.	8,970	8,647	7,849
	Hypocotyl u. Wurzel: freie S.	0,070	0,067	0,056
	„ gebundene S.	0,182	0,175	0,150
	Keimlinge: Summa	9,822	9,467	8,536

Das Fett der Keimlinge von *Cucurbita Pepo* addirte 0,330 gr Jod weniger, als dem Fett der Samen entspricht, woraus sich eine Sauerstoff-Absorption von 0,0208 = 0,211% des Rohfettes berechnet. Bei *Arachis hypogaea* betrug die Differenz in der Jodaufnahme in der I. Periode 0,958 gr, in der II. Periode 1,021 gr und in der III. Periode 0,931 gr. Denselben entspricht eine Sauerstoffabsorption von 0,0603 gr = 0,322% in der I. Periode, von 0,0643 gr = 0,439% in der II. Periode und von 0,0586 gr = 0,569% in der III. Periode.

Ueber die Absorption von Sauerstoff durch die Fette beim Keimungsprocess bei Raps und Mohn liegen Angaben von Müntz vor. Aus seinen Elementaranalysen der Fette verschiedener Keimungsstadien lassen sich folgende Werthe für die Sauerstoffaufnahme berechnen:

	Raps	Mohn
Keimlinge 3 Tage alt	2,81%	—
„ 6 „ „	3,26%	1,44%
„ 10 „ „	3,86%	2,16%.

Dermer (l. c.) bestimmte in Keimlingen von Hanf, welche fast die gleiche Entwickelung wie die unseren zeigten, die Sauerstoffzunahme zu 0,23% der Trockensubstanz. Da diese Keimlinge 17,74% Fett enthielten, so würde die Sauerstoffaufnahme, wenn dieselbe nur von diesem ausgegangen wäre, 1,30% des Fettes betragen. Thatsächlich liegt der Werth aber bedeutend tiefer, da nur ein Theil des Sauerstoffs von dem Fett aufgenommen worden war, die grössere Hälfte dagegen zur Bildung von Stärke aus dem Fett gedient hatte, und diese gleichfalls in der Bestimmung mit inbegriffen war. — Liegen nun auch die von Müntz bestimmten Werthe höher, als sie sich aus den Jodzahlen berechnen lassen, so glaube ich doch, dass die Differenzen der Jodzahlen lediglich auf die Sauerstoffabsorption zurückzuführen sind, zumal es ja nicht ausgeschlossen ist, dass die Fette auch noch andere Oxydationsproducte enthalten, welche sauerstoffreicher sind als diejenigen, welche durch Addition von Sauerstoff an der Stelle der ungesättigten Bindungen der Säuren entstehen. Immerhin sind die Unterschiede in den verschiedenen Bestimmungsmethoden aber nicht gross genug, um aus denselben umgekehrt auf eine schnellere Wanderung und Verarbeitung der gesättigten Säuren im Vergleich zu den ungesättigten schliessen zu können; denn solches würde in der That der Fall sein, wenn die Sauerstoffaufnahme beträchtlich, die Abnahme der Jodzahlen aber nur eine geringe wäre.

Zur Controlle vorstehender Bestimmungen benutzte ich einen Theil der bei *Arachis hypogaea* gewonnenen Fettsäuren zur Bestimmung ihrer Schmelzpunkte, und zwar bestimmte ich letztere sowohl bei den freien als auch bei den gebundenen Säuren in allen Entwickelungsstadien der Keimlinge. Die Säuren des *Arachis*-Oeles sind der Hauptsache nach Gemenge von Palmitinsäure, Arachinsäure und Hypogäasäure. Da nun die Palmitinsäure bei 62°, die Arachinsäure bei 72° und die Hypogäasäure bei 33° schmilzt, so müssen sich Aenderungen im Verhältniss eines Gemenges derselben durch Steigen oder Fallen seines Schmelzpunktes zu erkennen geben. Dies fand indessen nicht statt. Ich bestimmte den Schmelzpunkt der Fettsäuren im Oel des Samens zu 33°. Die freien wie gebundenen Säuren aus den Keimlingen der verschiedenen Entwickelungsstadien zeigten sämmtlich unregelmässig schwankende Schmelzpunkte zwischen 32 und 35°, ohne dass sich eine Beziehung zu den Jodzahlen hätte erkennen lassen.

Ich glaube daher, zu dem Resultat kommen zu müssen, dass die Schwankungen der Jodzahlen nur durch die Aufnahme von Sauerstoff hervorgerufen werden, und dass daher auch keine bevorzugte Wanderung oder Verarbeitung des einen oder anderen Bestandtheiles der Fette stattfindet. Es können daher Aenderungen in der Zusammensetzung der in den verschiedenen Organen der Keimlinge befindlichen Fette immer nur geringfügiger und untergeordneter Natur sein.

Zusammenfassung der Resultate.

Während trockene Cellulosemembranen dem Fett leicht einen Imbibitions-Durchgang gestatten, sind dagegen künstliche Cellulosehäute, wie Pergamentpapier, im wasserdurchtränkten Zustande, für Fette impermeabel, und zwar in gleicher Weise für Neutralfette, wie für freie Säuren. Durch die Cellulosehäute lebender Parenchymzellen dringen hingegen Fette mit Leichtigkeit in die Zellen ein. Bedingung dafür oder jedenfalls solche begünstigend, ist ein geringer Gehalt der Fette an freien Säuren. Demgemäss werden Neutralfette nicht von aussen in lebende Zellen aufgenommen, das Eindringen erfolgt aber um so leichter und schneller, je grösser der Gehalt des Fettes an freier Säure ist. Die Eigenschaft der Permeabilität für säurehaltige Fette kommt allen lebenden Cellulosemembranen zu. Dieselbe ist unabhängig von den Wirkungen des Plasmakörpers der Zellen. Letzterer beeinflusst dagegen die Aufnahme in der Weise, dass bei gleichem Säuregehalt die Schnelligkeit des Eindringens und die Quantität des von aussen in die lebenden Zellen aufgenommenen Fettes davon abhängt, wie schnell dasselbe, nach seiner Durchwanderung der Zellhaut, vom Plasmakörper aufgenommen wird. Die Cellulosemembranen der Parenchymzellen von Keimpflanzen, welche bei ihrer Entwickelung aus ölhaltigen Samen Oelwanderung zeigen, haben in Bezug auf die Permeabilität für Fette keine anderen Eigenschaften, wie alle Cellulosehäute.

Ebenso vermag das Plasma dieser Pflanzen seine fettspaltende Fähigkeit nicht in merkbarer Weise auf Fette auszudehnen, welche sich ausserhalb der Zellen befinden. Im Gegensatz dazu findet bei Pilzen, welche vorzüglich gedeihen, wenn ihnen Fette als einzige organische Nahrung geboten werden, eine sehr bedeutende Spaltung der Neutralfette ausserhalb der Pilzzellen statt. Ebenso vermögen letztere auch feste Fette als Nahrung in die Zellen aufzunehmen.

Alle Erscheinungen scheinen dafür zu sprechen, dass das Durchdringen der Fette durch lebende Cellulosehäute in der Weise vor sich geht, dass ein in der Zellhaut befindlicher Körper mit den freien Fettsäuren eine seifenartige Verbindung bildet. Diese durchtränkt einerseits die Cellulosemembran und erhöht dadurch die Capillarattraktion derselben für Fette; andererseits emulgiert sie auch einen Teil des Fettes und vermittelt auf diese Weise den Durchgang desselben. Dabei werden in letzterem gelöste Farbstoffe aber von der Zellhaut zurückgehalten.

Für die Oelwanderung, welche bei der Keimung ölhaltiger Samen stattfindet, ist damit auch die Möglichkeit eines direkten Ueberganges der Fette von Zelle zu Zelle gegeben, da die Plasmahaut für Fette permeabel ist, Fetttröpfchen zwischen Plasmakörper und Zellhaut angetroffen werden, und das wandernde Fett einen genügenden Säuregehalt besitzt, um die Zellhaut durchdringen zu können. Letzterer beträgt im Durchschnitt zwischen 10 und 30%.

Bei der Keimung ölhaltiger Samen findet nicht, wie dies aus bisherigen Untersuchungen hervorzugehen schien, ein Auftreten reichlicher Mengen freier Fettsäuren statt. Dieselben unterliegen vielmehr alsbald nach ihrer Abspaltung der weiteren Verarbeitung, so dass der Zeitpunkt, wo das in den Keimlingen befindliche Fett nur aus freier Säure besteht, in ein sehr spätes Entwickelungsstadium fällt, in dem überhaupt nur noch ein sehr geringer Rest des Reserve-Oeles übrig geblieben ist. Ein ähnliches Verhalten findet auch bei der Ernährung von Schimmelpilzen mit Fetten statt.

Bei den bis jetzt untersuchten Pflanzen scheinen gewisse Beziehungen zwischen der Zusammensetzung ihrer Reserve-Oele und der Art der Verarbeitung letzterer zu bestehen, besonders scheint das Vorkommen einiger Fettsäuren die Oelwanderung zu begünstigen. Eine schnellere Verarbeitung oder Wanderung einzelner Bestandteile eines Fettes, beziehungsweise eine Anhäufung anderer lässt sich nicht nachweisen; vielmehr hat das zu irgend einer Zeit in irgend einem Teile der Keimpflanze befindliche Fett, abgesehen vom Säuregehalte, annähernd dieselbe Zusammensetzung, wie zur Zeit seiner Lagerung in den Reservestoff-Behältern.

Lichenologische Beiträge

von

Dr. J. Müller.

XXXV.

1607. **Omphalaria arabica** Müll. Arg.; thallus olivaceo-nigricans, turgidus, umbilicato-affixus, nunc subscutellari-integer, concavus, subtortuosus, 1—2 mm latus, nunc major, magis lobato-v. sublaciniato-divisus et quasi pulvinatim multilobatus, demum lobulis corallinis confertis obtusis $^1/_{10}$—$^1/_8$ mm latis obtectus et *Synalissae* speciem simulans; hyphae thallinae laxae; gonidia olivacea, tetraedrice ordinata et didyma, glomeruli 18—23 μ diametro aequantes; apothecia $^1/_2$ - 1 mm lata, plana, nigra, margine primum crasso prominente at dein valde attenuato et integro cincta; epithecium late fusco-nigricans; sporae simplices, ellipsoideae et fere globosae, 10—12 μ longae, in ascis 8-nae, superne biseriales. — Inter *O. pulvinatam* Nyl. et *O. quinquetuberam* Müll. Arg. quasi medium tenens. Extus diversissimum *Collema pulposulum* Nyl. (e regione sinaitica) fere refert. — Ad terram in Wadi Mokattab in peninsula sinaitica: Dr. L. Rütimeyer (comm. Prof. L. Fischer).

1608. **Stereocaulon macrocephalum** Müll. Arg.; *St. strictum* Nyl. Syn. p. 239 pr. p., non Th. Fr.; laxe caespitosum, rigidum, eximie strigosum, macrocarpum; podetia circ. pollicaria, erecta, valida, simplicia v. apice pauciramulosa, tota longitudine phyllocladiis subsecundo-strigosissima; phyllocladia circ. $2^1/_2$ mm longa v. superiora breviora, vulgo simplicia, hinc inde bifurcata v. infima magis divisa, subulato-digitiformia, sensim obtuse acuminata, cum podetiis corticata et laevia, cinereo-albida; cephalodia sessilia, subglobosa, scrobiculato-inaequalia, concolora v. vix obscuriora; apothecia terminalia, solitaria aut ad apicem podetiorum aggregata, circ. $2^1/_2$—4 mm lata, biatorina; receptaculum basi hemisphaericum v. demum subplanum; discus mox hemisphaerico-convexus, fuscus; sporae in ascis 8-nae, spiraliter contortae, anguilliformes, 150—200 μ longae, undique 5 μ latae, ad extremitates obtusae. — Juxta *St. piluliferum* Th. M. Fries et *St. strictum* ejusd. locandum est. — Saxicola supra Bhowani, alt. 12—14000 ped. in parte sept. occid. Indiae orientalis: Duthie n. 5227 in hb. Kew.

1609. **Stereocaulon botryophorum** Müll. Arg.; depresso-caespitosum, circ. sesquipollicare et minus, validum, rigidum et albidum; podetia majora $2^1/_2$—4 mm crassa, patenter et subsquarroso-pauciramosa, latere superiore undique phyllocladiis copiosis valde divisis inciso-lobatis et in granula obtuse conica v. hemisphaerica abeuntibus ornata, latere inferiore nuda et glabra, subcompressa; cephalodia stipitata, concolora, dein livido-obscuriora, uviformia, sc. extus quasi uvarum instar e globulis aggregatis composita; apothecia ignota. — Primo intuitu *St. alpinum* Laur. valde robustum simulat, sed cephalodia stipitata et primum concolora affinitatem majorem forte indicant cum grege *St. ramulosi* Ach., a quo statim jam cephalodiorum forma distinguitur. — Saxicola supra Ihala alt. 12—13000 ped. in parte sept. occid. Indiae orientalis: Duthie in hb. Kew.

1610. **Cladonia furcata** Hoffmann v. **spiloclada** Müll. Arg.; podetia 3½—4½ cm longa, arrecto-2—3-furcata et simplicia, rigida, 1—2 mm crassa, tota longitudine squamis patentibus 1½—1 mm longis praedita, exceptis extremitatibus undique in fundo cinereo-fuscescente distanter late albido-maculata; rami sensim acuminati (spermogoniis conico-cylindricis). — In monte malaccensi Ophir: Hullett n. 856 in hb. Kew.

1611. **Cladonia rangiformis** v. **incurva** Müll. Arg.; podetia 7—11 cm longa, 1—2½ mm crassa, a basi procumbente [illegible]im adscendentia, parce dichotome ramosa, ramulis longe subul[illegible]gellari-acuminatis, undique corticata v. inferne maculari-decorticata, haud farinoso-sorediosa, undique modice squamulosa, in ramulis praesertim versus apicem verruciformi-squamulosa, glauco- v. cinereo-spadicea (colore hinc inde ad *Cl. gracilem* Hoffm. accedens, sed nunquam scyphigera). — Apothecia ignota. — In Damdar Valley, alt. 14000 ped., North-Western India, mixta cum *Cl. amaurocraea* Schaer. et *Thamnolia vermiculari* Schaer.: Duthie in hb. Kew.

1612. **Cladonia gracilis** Hoffm. v. **squamosissima** Müll. Arg.; podetia 7—12 cm longa, simplicia aut bifurcata, 1—1½ mm crassa, inferne interrupto-corticata, caeterum continue integra, fusco-cinerea, sterilia subulato-acuminata, reliqua in apothecia deformata subpustuliformia (spiraliter-torta et subdecurva ut in *Cl. gracili abortiva* Mudd Brit. Clad. exs. n. 36) abeuntia, a basi usque ad apicem squamis 1½—2 mm longis patentibus et recurvis lobatis et crenatis subtus albis copiose ornata. — Apothecia evoluta normalia haud visa, at adsunt scyphi subobliterati. — China, in prov. Hupeh ad terram: Dr. Aug. Henry n. 6959 in hb. Kew.

1613. **Cladonia flabelliformis** Wainio v. **tenella** Müll. Arg.; podetia valde tenella, undique decorticata, farinulenta, haud squamulosa. — Thalli squamae parvae, ambitu latae, inciso-lobatae, utraque pagina albida; podetia 12—20 mm longa, fere 1 mm crassa, superne in scyphum 3 mm latum abeuntia et nonnihil sulphureo-pulverulenta, sub pulvere tamen alba, sterilia acuta. — Formam gracilem *Cl. macilentae* Hoffm. simulat, sed fertilis visa est distincte scyphigera. — Ad ligna cariosa in monte Tafelberg ad Caput Bonae Spei: Wilms n. 110.

1614. **Usnea longissima** Ach. v. **horridula** Müll. Arg.; rami primarii penduli, elongati, fere pedales, validiusculi, subsimplices et parce ramosi, asperuli, fere tota longitudine fibrillis horizontaliter patentibus rigidulis tantum 2—3 mm longis, hinc inde paucis longioribus admixtis, asperulis et eximie densis obtecti, apice vulgo in ramulos paucos sorediosopunctulatos flagelliformes abeuntes. — (Specimen inter hanc singularem formam et genuinam *U. longissimam* optime intermedium habeo prope Asserado de Santa Cruz in Mexico a Fred. Mueller lectum; flagellae terminales efibrillosae *U. plicatam* Auct. simulant). — Ad Port Natal Africae australis: Plant.

1615. **Usnea articulata** Hoffm. v. **dimorpha** Müll. Arg.: straminea, rami tenues et laevissimi, parce articulati, ramillis modice numerosis aliis capillaribus elongatis laevibus aut minute nodulosis et simul aliis intermixtis confertim divaricato-ramosissimis et crebre tuberculosis quasi nodulosis praediti; apothecia parvula, straminea, crebre ciliata, cilia breviuscula, simplicia et rudimentarie divaricato-ramulosa et partim nodulosa. — Habitu ad *U. dasypogoidis* v. *exasperatam* Müll. Arg. accedit, sed rami minus dense ramilligeri, tenuiores et distincte articulati, parce impressuli, ramilli demum dimorphi. Cuba, ramulicola in Pinal de Sta. Ana, alt. 2400 ped.: Eggers Flor. Ind. occ. exs. n. 5015.

1616. **Usnea barbata** v. **farinosa** Müll. Arg.; erecta, circ. 6—9 cm longa, dendroideo-ramosa, rami pinnatim fibrillosi et subsetulosi, graciles, delicatuli, superficie laeves, praeter partem inferiorem undique strato continuo farinoso laevigato-sorediosa obducti. — Est quasi *U. barbata* v. *florida* Fr. peculiariter sorediosо-tecta. — Corticola in Africa australi: Mac Owan.

1617. **Alectoria virens** Tayl. in Hook. Journ. of Bot. 1847, p. 188, nunc iterum in parte occid.-septentr. Indiae orientalis ab egreg. et cl. J. F. Duthie lecta, sterilis quidem tantum nota, ex omni analogia et naturali affinitate congenerica esse debet cum *A. ochroleuca* Nyl. s. *Bryopogone ochroleuco* Körb. Syst. Sit dein **Bryopogon virens** Müll. Arg.

1618. **Ramalina fastigiata** Ach. v. **lacerata** Müll. Arg.; thallus dense caespitosus, circ. pollicaris; rami superne subpectinatim lacero-lacinuligeri, costato-inaequales et sublaeves et majores hinc inde parce et minute albido-tuberculigeri. — In Mexico prope San Luis de Potosi: Parry et Palmer n. 1025.

1619. **Ramalina maciformis** (Del.) Nyl. Recogn. Ramal. p. 56. Pagina ulcerata a cel. Nyl. l. c. in diagn. dubitanter supera, in descriptione falso infera indicatur, in speciminibus Figarianis integris, e loco primitivo speciei, sc. e monte aegyptiaco Mokattan certe supera est. — Ab eodem etiam in Arabia Petraea lecta fuit rara *Ramalina crispatula* Nyl. Recogn. Ramal. p. 56, cum speciminibus Canariensibus bene congrua et similiter sterilia.

1620. **Cetraria sanguinea** Schaer. [in Moritzi Syst. Verz. p. 129 (1846), cujus synon. est *Parmelia megaleia* Nyl. Syn. p. 378] v. **dissecta** Müll. Arg.; thalli lobi in lacinulas palmatifidas v. palmatipartitas abeuntes, lacinulae ultimae sublineares, convexae. — Apothecia ampla et sporae magnae cum planta normali quadrant. Lacinulae hinc inde nigro-ciliatae sunt, sed rhizinae in pagina infera caeterum desunt. — Ramulicola ad Manipur in India orientali leg. cl. G. Watt, in hb. Kew.

1621. **Cetraria Thomsoni** Müll. Arg.; *Platysma Thomsoni* Stirt. New and Rare Lich. from India etc. p. 16. — Clar. Stirton l. c. evidenter tantum ex apotheciis parvis nondum bene evolutis ascos monosporos descripsit, sed apothecia evoluta 10—15 mm lata sunt et sporae 8-nae, 30—36 μ longae et 15—17 μ latae. Reliqua optime cum descriptione Stirtoniana quadrant. Spermogonia insigniter magna ut l. c. descripta. — Prope Manipur in India orientali, ad ramos: G. Watt in hb. Kew.

1622. **Cetraria** (s. **Platysma**) **hypotrachyna** Müll. Arg.; thallus ochraceo-flavidus, vix pollicaris, siccus rigidus et late laciniosus; laciniae obovatae, crenatae, scrobiculoso-inaequales, haud ciliatae, subtus margine pallidae v. fere undique nigro-fuscae, opacae, subreticulatim anguste lamelloso-asperae, lamellae hinc inde apiculato-elongatae v. basin versus in rhizinas nigras validas abeuntes; spermogonia marginalia prominentia, saepe in lineam nigram marginalem confluentia; apothecia marginalia, tantum 3—4 mm lata, breviter podicellata, dorso profunde rugosa et spermogonifera, in margine subintegra; discus rufus et nudus; sporae tantum 6—$7^1/_2$ μ longae et 4—5 μ latae. — Species pagina infera thalli insignita, juxta *C. rhytidocarpam* Montg. locanda est ubi thallus subtus piceo-niger et nitidus et laevis est. — Ramicola prope Manipur in India orientali, cum *Parmelia Kamtschadali* Eschw. crescens: G. Watt in hb. Kew.

1623. **Nephromopsis** Müll. Arg., gen. nov.; thallus cetrariaceo-foliaceus, subhorizontalis, centro affixus, rhizinis destitutus (subtus pseudocyphellis ornatus); gonidia globosa, viridia; apothecia gymnocarpica, in ultimo margine loborum resupinata, margine thallino (tenuissimo) cincta; sporae hyalinae, simplices. — Thallus, apothecia, sporae et gonidia ut in *Cetraria* (incl. *Platysmate*), at situs apotheciorum ut in Nephromate. Species unica nota: **Nephromopsis Stracheyi** Müll. Arg.; *Cetraria Stracheyi* Bab., *Platysma Stracheyi* Nyl. Syn. p. 305; *Platysma nephromoides* Nyl. Enum. gén. p. 100. — Recenter in vicinitate urbis Manipur Indiae orientalis variis locis copiose et pulchre ab egreg. et cl. G. Watt lecta est.

1624. **Peltigera polydactyla** Hoffm. v. **dissecta** Müll. Arg.; thallus ut in planta normali speciei, sed laciniae thalli ad margines undulatos minute et crebre microphyllino-dissectae. — Apothecia visa ut in var. *microcarpa* Ach. hujus speciei. — Est var. analoga *P. rufescenti* v. *dissectae* Müll. Arg. L. B. n. 171. — China, in prov. Hupeh, ad truncos putrescentes: Dr. Aug. Henry, n. 6472 in hb. Kew.

1625. **Stictina tomentosa** Nyl. var. **damaecornifolia** Müll. Arg.; *Sticta quercizans* v. *damaecornifolia* Tuck. Lich. Wright. et North Amer. Lich. 1. p. 98; laciniae elongatae, circ. 4 mm tantum latae. — Ludit fuscescens et flavescenti-olivacea; indumentum paginae inferioris ex ochraceo-pallido demum fusco-nigricans. Habitus fere ut in *Sticta damaecorni* Ach. aut in formis minoribus *Stictae laciniatae*. — Cuba: Eggers n. 5105 pr. p.

1626. **Stictina quercizans** Nyl. v. **dissecta** Müll. Arg.; omnia ut in planta normali speciei, sed laciniae, quae membranaceae et pallidae, ad margines tenuiter microphyllino-dissectae ibique haud isidioso-granulosae. Apothecia ignota. — Juxta var. *schizophyllizam* Nyl. Lich. Husn. p. 7, quae coriacea, locanda est. — In Jamaica: Wilson.

1627. **Sticta laciniata** Ach. v. **subdamaecornis** Müll. Arg.; habitu cum *St. damaecorni* Ach. conveniens, sed membranacea et supra leviter scrobiculato-inaequalis, glaucescens, subtus demum pallida et parcius v. fere obsolete vestita (indumento copia et colore ludente) basique nonnihil costata; apothecia novella breviter villosula. — Prope Rio de Janeiro: Glaziou n. 2214.

1628. **Sticta sinuosa** (Pers.) v. **flavicans** Müll. Arg.; thallus majusculus, laciniae latitudine ut in genuina *St. sinuosa* Pers. aut paullo angustiores, distincte flavicantes ut in *St. caperata* Nyl. et in *St. Canariensi* Del., supra sat crebre sed leviter scrobiculato-inaequales. — Ab ulteriore recedit sinuositate laciniarum. — In Jamaica: G. S. Jenmau.

1629. **Sticta damaecornis** Ach. v. **scrobiculata** Müll. Arg.; laciniae supra tota longitudine sat crebre scrobiculato-inaequales. — Reliqua omnia ad amussim cum *St. damaecornis* var. *dichotoma* Nyl. congruunt. Prima fronte bene specifice diversa apparet, sed in comparata varietate laciniae interdum supra hinc inde obsolete scrobiculato-inaequales occurrunt et transitum constituunt. — In Madagascaria: Baron in hb. Kew.

1630. **Sticta Henryana** Müll. Arg.; thallus amplus, fere pedalis et minor, platyphyllus, coriaceus, simillimus ei *Stictae platyphyllae* Nyl., superficie et marginibus laevis aut hinc inde leviter rugoso-inaequalis, supra glaber, subtus pallidus, undique breviter fusco-vestitus, indumentum marginem versus minus densum; cyphellae copiosae, ½—1½ mm latae, urceolares, leviter et obtuse marginatae, dein immarginatae et 2—3 mm latae et pseudocyphelloideae fereque superficiales, cretaceo-pulverulentae; apothecia novella obovoidea, basi podicellari-angustata, tomentosa, demum deplanata, 5—10 mm lata, margine crenulata, dorso tenuiter areolato-verruculosa; discus rufus; sporae 60—80 μ longae, 5—7 μ latae, lineari-fusiformes, 4—6-loculares. — A comparata specie supra vix nisi apotheciis demum multo majoribus, primum subpodicellatis discerni potest, sed cyphellae mox in peudocyphellas demum amplas, hinc inde subconfluentes imo et irregulares et niveo-pulverulentas abeunt. Juxta *St. platyphylloidem* Nyl. in Hue Lich. du Yunnan p. 22 locanda est. — Ad truncos vetustos in prov. chinensi Hupeh: Dr. Aug. Henry, n. 6932 in hb. Kew.

1631. **Sticta podocarpa** Müll. Arg.; thallus coriaceus, ochraceo-pallidus, intus flavens, fere usque ad basin laciniatim divisus; laciniae parce inciso-2—3-fidae, subcrenatae, planae aut concaviusculae, laeves et nudae, subtus laete ochraceae, undique pallide et breviter tomentosae v. etiam pro parte glabratae; pseudocyphellae numerosae, verrucoso-prominentes, laete citrinae; apothecia marginalia, juniora podicellata, crasso-marginata, in dorso marginis conniventis minute verruculosa, evoluta majuscula, 3—4½ mm lata, sessilia, plana, nigro-fusca, demum margine tenui subcrenulato cincta; sporae aciculares, 4-loculares, 75—90 μ longae et 5 μ latae. — Affinis *Stictae Colensoi* Babingt., a qua recedit thallo laevi et apotheciis et sporis. Apothecia juniora fere ut in *St. poculifera* Müll. Arg. L. B. n. 405, et sporae fere ut in *St. flavissima* Müll. Arg. L. B. n. 564. — Ad corticem arborum prope Sidney: C. Moore.

1632. **Sticta** (s. **Ricasolia**) **excisa** Müll. Arg.; thallus glauco- v. subargillaceo-pallidus, in peripheria lurido-obscuratus, sat amplus et rigescens, adpressus, confluenti-laciniosus, laciniae breviter sinuato-lobatae, in sinubus parvis suborbiculari-excisae et subundulatae, supra sublaeves, subtus secus margines fuscae, anguste nudae, caeterum nigricantes et dense nigro-rhizinosae, tomentum sub excisuris latius arcuatim deficiens; apothecia in parte media thalli sparsa, 3—5 mm lata, margine crenato et hinc inde in lobos majores expanso ornata; discus nigro-fuscus, madefactus magis rubescens; sporae 75—90 μ longae, 5—6 μ latae, 4-loculares. — Juxta *St. Casarettianam* (Nyl.), *St. cupream* (Müll. Arg.) et *St. patiniferam* ejusd. locanda est. — Thallus zonula lurida cingente, excisuris ima basi sinuum rotundis 1—2 mm latis (fere ut in *St. subdissecta* [Nyl.], ubi sporae ambitu latae), et indumento peculiari sub excisuris insignitus est, caeterum fere illum rigidum *St. herbaceae* referens. — Ad truncos putridos in Nova Granata: Blagborne, et in Jamaica: Wilson.

1633. **Sticta** (s. **Ricasolia**) **adpressa** Müll. Arg.; thallus mediocris, late lobato-laciniatus, arcte adpressus, glauco-virens v. glauco-fuscescens, opacus, supra laevis v. hinc inde obsolete rugulosus, subtus nigricans v. cupreo-fuscidulus, secus margines pallidior, rhizinis nigro-fuscis breviusculis fere usque ad marginem praeditus; apothecia novella margine involuto tumido subdentato cincta, evoluta plana et tenuiter thallino-marginata, 3—4 mm lata; discus siccus niger, madefactus fusco-niger, nudus; sporae circ. 32 μ longae et 9 μ latae, acute fusiformes, 2-loculares, fuscidulae. — A subsimili *St. Schaereri* Montg. et v. d. Bosch differt thallo magis adpresso et rhizinis, et a *St. herbacea* Del. iisdem characteribus et apotheciis nigris. — Ad truncos in territorio Manipur Indiae orientalis: G. Watt n. 5141 in hb. Kew.

1634. **Physcia setosa** Nyl. var. **endococcinea** Müll. Arg.; thallus intus praesertim inferne intense croceo-cinnabarinus. — Corticola prope Manipur in India orientali: G. Watt n. 5141 pr. p. in hb. Kew.

1635. **Theloschistes perrugosus** Müll. Arg.; thallus aurantiacus, subtus cinerascens, parmeliaceo-laciniosus, validus, rigidus, omnibus partibus cum latere exteriore receptaculorum creberrime bullato-rugulosus; laciniae irregulariter divisae, 2—4 cm longae, 3—6 mm latae; apothecia sparsa et simul marginalia et terminalia, evoluta 3—5 mm lata, podicellata, tota concolora v. discus demum obscurior; margo tenuis, ex integro demum ruguloso-subcrenatus, semper prominens; discus planus; sporae 8-nae, regulariter orculiformes, 11—13 μ longae, 6—7 μ latae, loculi late distantes. — Est species rigiditate et rugositate insignis, prope *Th. villosum* Norm. locanda. — Prope Lupata in regione africana Zambesi: Dr. Kirk in hb. Kew.

1636. **Parmelia melanothrix** Wainio v. **lacinulata** Müll. Arg.; thallus subtus ochraceo-albidus et nudus; laciniae centrales latae, periphericae varie anguste dichotomo-v. palmato-divisae v. palmatim corniculatae. — Cilia laciniarum thalli et apotheciorum et sporae ut in forma normali speciei. — In Andibus Boliviae parce lecta: Pearce in hb. Kew.

1637. **Parmelia Hildebrandtii** Krplh. f. **nuda** Müll. Arg., *P. andina* Müll. Arg. Lich. Nov. Gran. n. 44, referens statum genuinum normalem speciei, sorediis destitutum. — Ecuador: André n. 4324 bis, et variis locis lecta in Africa orientali-tropica: Hannington, Meyer, et in Transwaalia ad Lydenburg: Wilms.

— — f. **sorediosa** Müll. Arg.; *Parmelia Hildebrandtii* Krplh. l. c. — In insula Comorensi Johanna: Schweinf., Nossibé: Rensch, Socotra: Schweinf., Abessinia: Hildebrandt, Somaliland: Hildebrandt, et in regione Zambesica: Kirk. — Species a proxima et eximie affini *P. urceolata* Eschw. non recedit nisi sporis minoribus, et a *P. abessinica* Krplh. thallo subtus tomentoso.

1638. **Parmelia Maclayana** Müll. Arg.; magnitudine et colore partium perfecte similis genuinae *P. latissimae* Fée, et similiter laxe adhaerens, subtus nigra et subnuda ibique apice pallidior, sed laciniae thalli hinc inde ad margines et apices peculiariter minute cristato-incisae v. microphyllino-dissectae, intus argillaceo-albidae et sporae dein multo minores, 13—16, rarius usque 18 μ longae. — Apothecia ipsa cum comparata specie conveniunt, margo integer, receptaculum extus laeve v. sublaeve. — Juxta *P. flavescentem* Nyl. locanda est. Corticola in Africa meridionali capricornica: ex hb. Maclayan. in hb. Kew.

1639. **Parmelia submarginalis** Ach. Univ. p. 464, sc. *Lobaria submarginalis* Mich. Flor. Amer. bor. p. 325, olim erronee ad *P. perforatam* v. *cetratam* Nyl. a me relata et a cl. Nylandero (Parmel. exot. n. 10) iterum pro specie distincta spurie stabilita, non differt a vulgari *P. perlata* v. *ciliata* DC. (vidi specim. orig. Mich.)

1640. **Parmelia Caraccensis** Tayl. f. **isidiosa** Müll. Arg.; thalli laciniae isidiosae, in specimine viso parvae, tantum 1—1½ mm latae. — In insula Mauritii, sterilis, in hb. Kew.

1641. **Parmelia Peruviana** Nyl. in Flora 1865, p. 613 et Parm. exot. n. 39 (Lechleri n. 2727) nil est nisi normalis **P. laevigata** Ach., cum intermixtis fragmentulis junioribus *Parmeliae cervicornis* Tuck. — Apothecia magis podicellata et dorso rugosa etiam in aliis speciminibus occurrunt ubi simul alia dorso laevia adsunt (ut in specim. Robillardianis e Mauritio).

1642. **Parmelia laevigata** Ach. f. **isidiosa** Müll. Arg.; isidium hinc inde in thallo copiosum, corpuscula cylindrica, 65 μ lata, 200—300 μ longa; receptaculum dorso laeve v. obsolete isidiosulum. — Corticola ad Ootacamum in montibus Nilgherries Indiae Orientalis (immixtis fragmentulis *Parmeliae cetratae* Ach.): Foulkes in hb. Kew.

1643. **Parmelia bicornuta** Müll. Arg.; thallus omnino lacinioso-divisus, dichotome ramosus, subargillaceo-v. obscurato-albidus; laciniae sinuato-pinnatifidae, sinubus rotundatis approximatis, lobulis brevibus apice emarginato-bilobis, omnes adpressae et planae, laeves, subtus undique nigrae et usque ad ultimum marginem nigro-rhizinosae; pars rhachialis integra laciniarum circ.' $1^1/_2$ mm lata v. in centro thalli angustior; apothecia 2—4 mm lata, sessilia, demum explanata et tenuissime marginata; receptaculum dorso laeve et nudum, in margine integrum; discus brunneo-fuscus, nitidulus, nudus; sporae 8-nae, lunato-incurvae, 10—12 μ longae et $2—5^1/_2$ μ latae, utroque apice acuto in cornu subrectum parti cavae ipsius sporae subaequilongum sensim acuminatae. — Habitus plantae ut in *P. revoluta* Flk. et *P. Hookeri* Tayl., seu *P. sublaevigata* Nyl., sed sporae peculiariter longe et rigide incurvo-bicornutae speciem insigniter distinguunt. — Corticola prope Rio de Janeiro: Leyland in hb. Kew.

1644. **Parmelia mesotropa** Müll. Arg. f. **sorediosa** Müll. Arg.; thalli laciniae margine subincurvo copiose sorediosae (subtus nudae). — Habitu bene convenit, at sterilis tantum nota est. — Corticola in India orientali ad Cachar: Keenan in hb. Kew.

1645. **Parmelia amazonica** Nyl. Parmel. exot. n. 31, etiam in Brasilia tropica a Burchell lecta, nihil offert quo vere specifice distinguatur a *P. meizospora* Nyl. et eadem est ac **P. meizospora** Nyl. f. **isidiosa** Müll. Arg. L. B. n. 818.

1646. **Parmelia subquercina** Müll. Arg.; simillima *P. tiliaceae* Ach. s. *Imbricariae quercinae* DC., sed tota subtus pallida ibique valide rugosa et apothecia novella (copiosa) subpodicellari-obovoidea. — Reliqua omnia bene conveniunt; apothecia dorso laevigata, basi nuda, evoluta cum sporis ut in *P. tiliacea* Ach., novella autem cum aequilatis hujus speciei comparata sunt magis elato-emersa, subglobosa, basi stipitato-constricta. Est paullo pallidior quam *P. carporhizans* Tayl. — Ab affini *P. atrichoide* Nyl. paginae inferioris colore et apotheciis differe videtur. Spermatia visa tenuiter bacillaria. — Saxicola in Africa australi: Mac Owan in hb. Kew.

1647. **Parmelia leptophylla** Müll. Arg.; thallus argillaceus, ad extremitates glaucescens, valde tenuis, irregulariter laciniosus, laciniae crenatae, sorediis copiosis isidiosis adspersus, caeterum laevis aut parce subreticulato-rimulosus, intus albus, subtus undique niger et nigro-vestitus aut circa margines brunneo-fuscus; apothecia $2—2^1/_2$ mm lata, concava, margine et dorso soredioso-aspera; discus rubro-fuscus, nudus; sporae 8 μ longae et 5 μ latae. — Habitu inter *P. rudectam* Ach. et *P. tiliaceam* Ach. quodammodo medium tenens, sed ambabus multo tenuior, e minutie sporarum juxta *P. Cubensem* Nyl. Parm. exot. n. 29 (Ch. Wright Lich.

Cub. exs. n. 76) inserenda est. — Corticola ad Baziya in Africa capricornica: Baer n. 714 in hb. Kew.

1648. **Parmelia revoluta** Flk. f. **isidiosa** Müll. Arg.; thallus hinc inde isidiosus. — Corticola in Brasilia meridionali: Sowerby.

— — f. **nuda** Müll. Arg.; thallus isidio et sorediis destitutus. — Corticola ad Santarem in regione Amazonica: Spruce n. 135.

1649. **Parmelia Catharinensis** Müll. Arg. Lich. Catharin. f. **isidiosa** Müll. Arg.; tota isidio copioso tenuiter dactyloideo supra adspersa; receptaculum isidio conformi vestitum. — Thalli laciniae subtus nigrae, secus marginem brunneo-fuscae et nudae v. etiam usque ad marginem vestitae. — In Brasilia meridionali: Leyland in hb. Kew.

1650. **Parmelia sphaerosporella** Müll. Arg.; thallus 4—6 cm latus, ochroleuco-flavicans, intus albus, adpressus, totus crebre rugosus et subplicatus (soredia non adsunt), subtus ochraceo-pallidus et undique usque ad marginem breviter et pallide rhizinosus; laciniae medio thalli latissime confluentes, non nisi apicem versus discretae, planae, obtusae et crenatae; apothecia 3—6 mm lata, e poculiformi mox explanata, extus rugosa; margo junior connivens, obsolete crenulatus et integer; discus carneus v. demum livido-fuscus, nudus; lamina nanissima; sporae in ascis 8-nae, globosae, gonidiis minores, diametro 5—7 μ aequantes. — Minorem magis adpressam et perrugosam *P. caperatam* Ach. simulat, sed apotheciorum discus pallidus et sporae ut in dissimili *P. sphaerospora* Nyl. Ad *P. hypomiltam* Fée etiam accedit, sed thallus non laevis. — Corticola in Galton Mountains in territorio Oregon: Dr. Lyall in hb. Kew.

1651. **Parmelia ecaperata** Müll. Arg.; simillima mediocri *P. caperatae* Ach., et thallus similiter laxiuscule adpressus, i. e. in peripheria minus arcte quam *P. rutidota* Hook. f. et Tayl., laciniae ultimae autem aliter profundius divisae, sinuoso-incisae, sinubus parvis exciso-rotundis, et superficies undique laevis, non rugulosa, centro isidio creberrimo et tenuissimo tecta, caeterum nuda; apothecia ignota. — Thallus subtus nigro-fuscus et rhizinosus, intus albus. Isidii dactyli multo tenuiores quam in forma sidiosa *P. caperatae*, sc. $^7/_{100}$ mm crassi et hanc ob rem et propter sinulos rotundatos certe diversa species. — Ad truncos *Palmarum* secus flumen Shire inter lacum Nyassa et flumen africanum Zambesi: Dr. Kirk.

1652. **Parmelia relicina** Fr. v. **ecoronata** Müll. Arg.; *Parmelia ecoronata* Nyl. Lich. Andam. p. 5; apothecia e majore parte offert ecoronata, sed alia adsunt vario gradu depauperato-coronata, et species dein haud servanda est. — Southpoint, South Andaman: S. Kurz.

1653. **Parmelia conspersa** v. **polyphylla** Mey. et Flot. in Act. Acad. Leopold. 1843. p. 220. f. **sorediosa** Müll. Arg.; thallus sorediis copiosis circ. 1 mm latis hemisphaericis adspersus. — Reliqua bene conveniunt. Thallus subtus niger, rhizinosus. — Saxicola in insula azorica San Miguel: F. D. Godman.

— — v. **imitans** Müll. Arg.; thallus ut in var. *stenophylla* Ach., subtus autem albidus aut pallide fuscus. Est tenuius et gracilius divisa quam v. *polyphylloides* Müll. Arg. L. B. n. 575, et laciniae graciliores quam in v. *georgiana* Ach., non subpulvinatae. — Supra saxa quartzosa in Nila Valley, North-Western India: Duthie in hb. Kew.

— — v. **endomiltodes** Müll. Arg.; *Parmelia endomiltodes* Nyl. ap. Crombie Lich. Cap. in Journ. of Bot. of the Linn. Soc. v. 15 p. 168;

refert *P. conspersam* v. *stenophyllam* Ach., (laciniis angustioribus et latioribus mixtis, subtus vestitis et nigris, apice pallidioribus) medulla cinnabarina. Pro specie propria nequaquam haberi potest. — Saxicola ad Caput Bonae Spei: Cooper in hb. Kew.

1654. **Parmelia flavo-brunnea** Müll. Arg.; thallus stramineus, adpressus; laciniae 2 mm latae, breves, convexae, intricato-subimbricatae, centro in thallum glebosa-granulosum abeuntes, apice planiores saepeque fumoso-decoloratae, intus albae, subtus cinerascenti-nigrae et nudae; apothecia 2—3 mm lata, plana; margo integer; discus nigro-brunneus; sporae $9\frac{1}{2}$—$10\frac{1}{2}$ μ longae, 8 μ latae. — A *P. distincta* Nyl. differt laciniis magis adpressis et convexis, et a *P. Montevidensi* Müll. Arg. thallo centro gleboso, apotheciis minoribus fere nigris. — In Peruviae montibus Azangaro, saxicola: Lechler n. 1766 in hb. Kew.

1655. **Parmelia Montevidensis** Müll. Arg.; thallus stramineo-flavicans, subadpressus; laciniae breviusculae, imbricatae et intricatae, circ. 2—$2\frac{1}{2}$ mm latae, praeter apicem saepe planum valde turgido-convexae, parte plana supra nitidulae, nudae, intus albae, subtus nigrae et sparse nigro-rhizinosae; apothecia 5—7 mm lata, explanata; margo integer, demum flexuosus; discus rufo-badius et nudus; sporae 8-nae, 9—11 μ longae, 5—6 μ latae. — Habitu proxima *P. conspersae* v. *stenophyllae* Ach., sed intense straminea (flavior) et laciniae valde turgidae. — Saxicola in Cerro Melones, in distr. Montevideo: Felippone n. 8 in hb. Kew.

1656. **Parmelia Lechleri** Müll. Arg.; thallus ex ochroleuco mox decolorato-violaceo-fuscescens, imbricatim congesto-lacinulatus; lacinulae periphericae laxe applanatae, valde abbreviatae, crassulae, planae et concavae, reliquae magis centrales jugoso-subelatae, omnes subtus pallidae et pallide rhizinosae, ultimae versus marginem glabrae; apothecia poculiformia, basi innata, $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ mm lata, altiora quam lata, dorso pallida et sublaevia; margo conniventi-subclausus, subacutus et radiatim fissus; sporae 14—17 μ longae et 6—7 μ latae, fusiformi-obovoideae. — Thallus supra fuscescens, madefactus carneo-violascens, quodammodo ad species fuscas hujus generis accedens, sed partes thalli, rugis obtectae, sunt ochroleuco-pallidae et species dein ad seriem *P. conspersae* Ach. releganda est. — Ad saxa granitica Andium Peruvianorum inter Lampa et Arequipa, simul cum *P. distincta* Nyl., cui accedit: Lechler (sine num.).

1657. **Parmelia Wattiana** Müll. Arg.; thallus ut in *P. physode* Ach., sed laciniae alte convexae, turgidae, rugulosae, in parte centrali thalli intestiniformi-conturbatae, subtus obscure fuscae et crebre rugosae, nudae et opacae, circ. 3 (—4) mm latae; extremitates breviter planiusculae et subtus pallidiores, sub apice et in ipso apice et ad dichotomias ulteriores apertura 1—2 mm lata et late hiante ornatae, imo apice saepe incurvo-adscendentes; apothecium (unicum visum) sessile, 7 mm latum, dorso inferne rugulosum, caeterum laeve; margo subinteger; discus brunneo-fuscus et nudus; lamina nana et sporae dein exiguae (sed evolutae non observatae). — Juxta *P. Thomsonianam* locanda est. — Corticola prope Manipur Indiae Orientalis, ubi leg. oculatiss. G. Watt, in hb. Kew.

1658. **Parmelia Thomsoniana** Müll. Arg.; simillima *P. physodis* var. *lugubri* Nyl. En. p. 104, sed paullo validior, minus copiose dichotome ramosa, cupreo-fuscescens; laciniae 2—3 mm latae, supra planae et irregulariter nigro-marginatae et interrupto-immarginatae, subtus in dichotomiis ultimis et penultimis et subinde in antepenultimis grosse perforatae; foramina 1—$1^{1}/_{2}$ mm lata v. transversim latiora. — Inter *P. hypotrypam* Nyl. et *P. hypotrypodem* Nyl. locanda est. — Ramulicola in Indiae orientalis territ. Sikkim: T. Thomson (ol. ex hb. Krplh. recepta sub n. 277).

1659. **Parmelia hypotrypa** Nyl. Syn. p. 403; Lich. Nov. Zeland. p. 150 et in Hue Lich. Yunnens. Ser. II. n. 40; apothecia (hucusque ignota) juniora crasse ampullaceo-podicellata, demum dilatato-plana, 10—20 mm lata, dorso rugosa et subpulveracea et cum thallo concolora, margo integer; discus in apotheciis semievolutis parte podicellari angustior, pallide fulvo-fuscus; lamina valde nana; asci 8-spori; sporae tantum 5—$6^{1}/_{2}$ μ longae, globosae et globoso-ellipsoideae. — Ad terram et ad truncos muscosos in chinensi prov. Hupeh.: Dr. Aug. Henry n. 6939, 6975 in hb. Kew.

1660. **Lecidea** (s. **Biatora**) **pallentior** Müll. Arg.; thallus argillaceo-pallens, tenuissimus, subleproso-laevis, rimulosus, demum evanescens; apothecia $^{5-10}/_{10}$ mm lata, pallido-albescentia (ut cutis humana pallida), adpressa, tenuiuscula, juniora undique concolora et plana, sc. margine vix prominulo tenuissimo cincta, evoluta margine evanescente paullo obfuscato praedita, demum leviter convexa, intus albida; lamina tota hyalina; paraphyses conglutinatae; asci 8-spori; sporae irregulariter 1—2-seriales 10—12 μ longae, 5—7 μ latae, fusiformi-ellipsoideae, utrinque obtuse acutatae. — Juxta proximam brasiliensem *L. pallentem* Müll. Arg. L. B. n. 1505 locanda est, a qua recedit tenuitate marginis et dein apotheciis tenuioribus et magis adpressis. Etiam *L. cinereo-lutescens* Nyl. in Prodr. Nov. Gran. p. 63 (in notula) evidenter affinis est, sed colore apotheciorum et margine et dein sporis majoribus differt. — In insula Cuba, ramulicola: Eggers Flor. Ind. occ. exs. n. 4848, cum *Coenogonio disjuncto* Nyl.

1661. **Lecidea** (s. **Lecidella**) **Chantriana** Müll. Arg.; thallus albidus, tenuis, areolato-rimosus, scabridulus; apothecia nigra, $^{5-8}/_{10}$ mm lata, sessilia, crassiuscula, margine sat crasso involuto persistenter prominente cincta, tota opaca; discus semper planus, nudus; epithecium olivaceo-v. virenti-nigricans, hypothecium undique hyalinum, lamina superne olivaceo-virens, caeterum hyalina; paraphyses facile liberae, apice capitatae; sporae in ascis 8-nae, 8—12 μ longae et 4—5 μ latae, $2^{1}/_{2}$—3-plo longiores quam latae, cylindrico-ellipsoideae. — Ex affinitate *L. sabuletorum* Schreb. s. *L. latypeae* Ach., sed apothecia aliter marginata et sporae magis cylindrico-s. elongato-ellipsoideae ut in *L. Altensi* Th. M. Fr. Ab hac ulteriore differt thallo et margine apotheciorum. — Saxicola ad lacum Kip-Göl in monte Ararat: Ern. Chantre.

1662. **Lecidea** (s. **Lecidella**) **Araratica** Müll. Arg.; thallus subflavescenti-albidus, crassiusculus, diffracto-verrucosus, areolae convexae, apotheciis vulgo paullo minores; apothecia $^{4-7}/_{10}$ mm lata, nigra, sessilia, plana, prominenter nigro-marginata, nuda; discus siccus et madefactus niger, nudus; epithecium coeruleo-v. smaragdulo-nigricans; lamina superne coerulescens; hypothecium undique hyalinum; paraphyses facile liberae, apice clavatae; asci 8-spori; sporae (hyalinae et simplices) ellipsoideae, 15—17 μ longae et 8—9 μ latae. — Proxime ad formam genuinam (non ferrugineo-tinctam) *Lecideae silaceae* Ach. (Th. M. Fries Scand. p. 487) accedit, sed margo apotheciorum minus prominens, hypothecium omnino hyalinum et sporae multo majores. — Saxicola ad lacum Kip-Göl in monte Ararat, ubi parcissime legit: Ern. Chantre.

1663. **Patellaria** (s. **Bilimbia**) **prasino-rubella** Müll. Arg., *Lecidea prasino-rubella* Nyl. Lich. Kurz n. 35 in Flora 1866 p. 132, in apotheciis bene evolutis offert hypothecium e flavo-fulvo demum fulvo-rufum imove fulvo-aut rufo-nigricans et sporas normaliter 8-loculares (cl. Nyl. coram habuit 3—5-septatas). Species dein distinctissima est et juxta paraguayensem *Pat. rufo-carneam* Müll. Arg. Lich. Parag. n. 111 locanda est. — In Bambusetis prope Bogor (Java), alt. 830 ped., ad terram argillaceam: Sulp. Kurz n. 515.

1664. **Psoroglaena** Müll. Arg., gen. nov. Thallus foliaceus (minute subcorallino-dissectus), subtus minutissime rhizinulosus aut subnudus; gonidia globosa, viridia; apothecia angiocarpica (globosa, colorata); paraphyses in muco nidulantes, irregulari-ramosae, intricatae; sporae hyalinae, parenchymaticae. — *Microglaenam* Körb. refert, excepto thallo; inter *Phyllopyrenieas* Müll. Arg. inserenda est.

1665. **Psoroglaena cubensis** Müll. Arg.; thallus obscure olivaceo-virens, tenuis, coralloideo-lacinulosus, (muscis) instratus; lacinulae lineares, irregulariter dichotome et pinnatim divisae et superficie gibboso-v. crenato-v. lobuloso-inaequales, circ. $^1/_{20}$ mm latae, obtusae, demum intricato-caespitosae, adscendentes; gonidia viridia, globosa; apothecia $^1/_3$ mm lata, globosa, obscure carnea, inter lacinulas subocculta (bene madefacta tantum perspicua), laxe cellulosa; paraphyses eximie tenellae et pellucidae, ramulosae et irregulares, obsolete nodulosae; asci oblongato-ellipsoidei, 8-spori; sporae hyalinae, 40—75 μ longae, 15—28 μ latae, oblongo-obovoideae, circiter ex 8-loculari demum copiose et irregulariter parenchymatose locellosae, locelli secus alterum marginem circ. 18—24. — Thallus illum coralloideo-dissectum *Psorae parvifoliae* Müll. Arg. in mentem revocat. — Supra rhizomata Filicum in insula Cuba: Eggers Flor. Ind. occ. exs. n. 5270.

1666. **Porina** (s. **Segestrella**) **ravida** Müll. Arg.; *Verrucaria ravida* Krplh. Lich. Becc. p. 52; apothecia in thallo crasso fere omnino immersa, media altitudine $^4/_{10}$ mm lata, apice leviter emergente late truncato-obtusa et centro paullo depressa, ibique rufo-fusca et nitida; perithecium completum, fulvo-fuscum, basi planiusculum, superne crassius. — Species optime distincta. — Ramulicola in Borneo, sc. Sarawak: Beccari n. 227.

1667. **Lichenes Araratici,** a cl. **Ern. Chantre** lugdunensi, mense Julio 1890 ad lacum Kip-Göl lecti et mecum communicati.

Candelaria vitellina Massal. Syn. Lich. Blasten p. 8.
Amphiloma elegans Körb. Syst. p. 110.
Placodium chrysoleucum Körb. Syst. p. 118.
— — v. **opacum** Körb. Parerg. p. 55.
Placodium disperso-areolatum Körb. Syst. p. 117.
Dimelaena oreina Norm. Conatus praemiss. p. 20 (ster.)
Lecidea atro-brunnea Schaer. Enum. p. 109 (ster.)
Lecidea Araratica Müll. Arg. (supra n. 1662).
Lecidea Chantriana Müll. Arg. (supra n. 1661).

1668. **Lichenes Columbiani,** a cl. **F. C. Lehmann** prope Popayan lecti.

Leptogium phyllocarpum Montg. Syll. p. 379, prope Santiago in Columbia meridionali, sub n. 651 (sed hic evidenter adest translatio schedulae, planta enim dicitur natans).

Stereocaulon mixtum Nyl. Syn. p. 238, ad saxa vulcanica montis Peñon de Pitayo, sub n. 2054.

Thamnolia vermicularis Schaer. Enum. p. 243; in jugis frigidis subnivosis montium Chimborazo et Pichincha, alt. 4200—4700 m, sub n. 420.

Usnea barbata v. **florida** Fr. Lich. europ. p. 18; frequenter ad arbores prope Popayan et Silvia, sub n. 2041.

Stictina quercizans Nyl. Syn. p. 344; ad arborum truncos circa Popayan, alt. 1700 m, sub n. 2076.

Sticta laciniata Ach. Meth. p. 279; ad truncos arborum in convallibus declivitatis orientalis Andium ecuadorensium, sub n. 593.

— — v. **laeviuscula** Nyl. Syn. p. 354; ad truncos in sylvis montanis Columbiae in Paramo de Guanacao, ubi saepe, more praecedentis et sequentis, truncos obtegit: n. 2195.

Sticta granatensis Nyl. Animadv. circa Lich. Spruc. Amazon. n. 20; truncicola cum praecedente: n. 2112.

Sticta (s. **Ricasolia**) **patinifera** Müll. Arg.; *Parmelia patinifera* Tayl. in Hook. Journ. of Bot. 1847, p. 172; *Ricasolia sublaevis* Nyl. Conspect. Stict. p. 10; truncicola circa Papayan: n. 2077.

Parmelia perlata v. **ciliata** DC. Fl. Franç. 2, p. 403, f. **sorediifera**; *P. proboscidea* f. *sorediifera* Müll. Arg. L. B. n. 809; frequenter ad truncos circa Popayan, alt. 1700 Met.: n. 2075.

1669. **Lichenes Eggersiani** in **Antillis** lecti et sub citatis numeris distributi.

Leptogium tremelloides Fr. Scan. p. 293. — Eggers n. 5338c.

Cladonia pycnocarpa *β* **exalbescens** Wainio Monogr. Cladon. p. 39. — Egg. n. 5338b.

Cladonia Dilleniana Flk. Clad. p. 138; Wainio Monogr. Clad. p. 401. — Egg. n. 5338d.

Cladonia muscigena Eschw. Bras. p. 262. — Egg. n. 5100.

Usnea articulata Hoffm. v. **dimorpha** Müll. Arg. supra n. 1615. — Egg. n. 5015.

Stictina tomentosa v. **damaecornifolia** Müll. Arg. supra n. 1625. — Egg. n. 5105a pr. p.

Stictina quercizans Nyl. Syn. p. 344. — Egg. n. 5105a pr. p.

Sticta aurata Ach. Meth. p. 277. — Egg. n. 5338a.

Parmelia latissima f. **sorediata** Nyl. Syn. p. 380. — Egg. n. 5105a pr. p.

Parmelia sulphurata Nees et Flot. in Linn. 1834, p. 501. — Egg. n. 5088.

Anaptychia leucomelaena Wainio Etude p. 128. — Egg. n. 5015c.

Physcia crispa Nyl. Syn. p. 423. — Egg. n. 5270 pr. p.

Erioderma Wrightii Tuck. Suppl. I. — Egg. n. 5112.

Coenogonium Leprieurii Nyl. Coenog. p. 89. — Egg. n. 5268a.

Coenogonium disjunctum Nyl. l. c. p. 91. — Egg. n. 4848.

Coenogonium interplexum Nyl. l. c. p. 92. — Egg. n. 4918 (et 4467a, e Bahama).

Lecidea pallentior Müll. Arg. supra n. 1660. — Egg. n. 4848.

Psoroglaena Cubensis Müll. Arg. supra n. 1665. — Egg. n. 5270.

Litteratur.

Kritik über Dr. Wainio's »Etude« [1]

von

Dr. J. Müller (Müll. Arch.).

Dr. Wainio's Etude sur la Classification naturelle et la Morphologie des Lichens du Brésil (1890) hat vollkommen das Aussehen einer sehr gründlichen und sehr fleissigen Arbeit und documentirt eine genaue Kenntniss der einschlägigen Litteratur. Der Verfasser hat sich bestrebt sehr genaue und vollständige Definitionen der verschiedenen systematischen Gruppen zu formuliren und hat in dieser Arbeit einen reichen Schatz von mühsam erworbenen Details niedergelegt. Er hat ausserordentlich selbstständig und sehr eingreifend gearbeitet und hat alle Gruppen zu einem neuen System zusammen gestellt, dessen Eigenheiten unten näher zu fassen sind.

In der Einleitung bespricht Dr. Wainio (p. VIII--XII) die Sexualität der Lichenen, und auf Dr. Möller's Culturversuchen mit Spermatien und auf eigenen Beobachtungen fussend, kommt er zu dem Schlusse, dass die Lichenen asexuelle Pflanzen seien und constatirt noch (p. XII, in der Mitte), dass zwischen den Lichenen und Ascomyceten in dieser Beziehung keine wesentliche Differenz existire. Diese Auffassung ist heut zu Tage noch nicht allgemein adoptirt, sie ist keineswegs »à la mode«, ist aber die unabweisbar richtige und zwar dieselbe, die ich schon seit Tulasne's Entdeckung der sogenannten Spermatien immer vertheidigt hatte. Ich constatire diese Uebereinstimmung mit meiner Ansicht um so nachdrücklicher, als es die einzige der allgemeinen leitenden Ideen Wainio's ist, der ich unbedingt beistimme.

Der Verfasser behauptet (p. XIII), dass die Lichenen einzig durch einen biologischen Charakter von den Pilzen verschieden seien, nämlich dadurch, dass sie mit den Algen symbiotisiren, und in dieser so modifizirten und heute modischen Form der Schwendener'schen Theorie über die sog. Algenpilze liegt gerade der eigentliche Schwerpunkt, der Kern der Wainio'schen Arbeit, der sich durch's ganze System von oben bis unten durchzieht und überall, es sei sofort gesagt, so verderblich mitspielt.

Dr. Wainio behandelt nach seiner Definition nur diejenigen Flechten, welche diesem biologischen Charakter entsprechen, also nur solche, die Gonidien (nach ihm Algen) enthalten. Es ist aber ein eminent verkehrtes Verfahren, nach biologischen

---

[1] Anmerkung. Indem der Herausgeber die obige Kritik aus der Feder des als Autorität auf dem Gebiete der Phanerogamen- ebenso wie der Flechtensystematik bekannten Verfassers zum Abdrucke bringt, kann er nicht unterlassen, daran zu erinnern, dass, abgesehen von einer Anzahl von Lichenologen, in der Botanik über die Symbiose der Flechten längst kein Zweifel mehr herrscht, ebensowenig als über die Natur der Minks'schen Microgonidien, welche weder »abgeläugnet noch zunftmässig todtgeschwiegen« zu werden brauchen, weil sie ihre Existenz eben nur einem Irrthum verdanken. Wenn Wainio dieselben unberücksichtigt gelassen hat, so war das das richtige Verfahren gegenüber dieser »Entdeckung«. Wer weiss heutzutage noch etwas von dem Gümbel'schen »Spreitekorn«? Das gehört mit dem »Microgonidium« in ein und dieselbe Classe; was nie gelebt hat, kann man auch nicht »todtschweigen«. K. G.

Momenten zu systematisiren. Die ganze systematische Botanik richtet sich nach structurellen anatomisch-morphologischen Momenten, weil nur diese in allen biologisch verschiedenen oder variabeln Umständen brauchbar constant bleiben. Zwar kann man wohl von biologischen Gruppen reden, aber diese haben nur physiologischen, nicht systematischen Werth.

Wainio's Definition der Flechten ist zudem noch sowohl unvollständig als falsch. Sie ist falsch, weil die sogenannte Symbiose, als solche, kein wahres Wort enthält, denn die Flechtenhyphen sind trotz aller entgegengesetzten Behauptungen keine Pilzhyphen, weil sie nach der epochemachenden Entdeckung von Dr. Minks Microgonidien enthalten, welche den echten Pilzen abgehen. Diese Microgonidien aber, diese Vorstadien der Gonidien, lassen sich weder ableugnen noch zunftmässig todtschweigen; sie sind das richtige, und sicher, aber freilich etwas schwer zu beobachtende Criterium der selbständigen Classe der Flechten. Dass der Verfasser ein so hochwichtiges, aber für seine Ansichten durch und durch störendes Organ, das er doch bei mir in Genf gesehen hat, so leichtweg unberücksichtigt gelassen hat, ist für mich zum mindesten unaussprechlich sonderbar.

Des Verfassers Definition der Lichenen ist aber auch, wie schon gesagt, unvollständig, weil sie alle Flechten ausser Spiel lässt, die keinen gonidienführenden eigenen Thallus besitzen. Hierher gehören die parasitischen und andere gonidienlose Flechten, eine grössere Reihe aus verschiedenen Gattungen, die Dr. Wainio recht gut kennt und aufführt (p. XIII), die sogen. Pseudolichenes, und für welche er selber zugiebt, dass man sie einzig an den fehlenden Gonidien von den Lichenen unterscdeiden könne, also wieder bloss an einem nach ihm biologischen und dazu noch negativen Charakter. Hatte aber die sogenannte Symbiose oben keinen diagnostischen Werth, so hat sie ihn hier, als fehlend, noch viel weniger, und für alle andern Lichenologen sind diese Pseudolichenes wirkliche Lichenen, sobald ihr Hyphensystem Microgonidien enthält. Dr. Wainio hat (p. XIII u. XIV) ihre vollkommene Uebereinstimmung, exceptis gonidiis, mit vollkommenen entsprechenden Flechtengattungen wohl erkannt, und man sieht leicht (p. XIII, unten), dass er sie in seinem hier richtigen Lichenologengefühl gerne mit einer kleinen Hülfstheorie als Flechten gerettet hätte, aber sie mussten der Symbiose, dem Plan der ganzen Arbeit unterliegen.

Auf p. XVI u. XVII bespricht der Verfasser das Vorkommen analoger Thallusformen in verschiedenen Gruppen und erblickt fast überall Uebergänge zwischen den Thallusarten. Hiernach müsste man schliessen, dass in den Tribusgruppen alle möglichen Thallusformen vereinbar wären, wie es von Dr. Wainio thatsächlich in seinen unglücklichen neuen Tribus der Buellieae und Lecidieae geschehen ist. Da ist aber zu bemerken, dass wirkliche Thallus-Uebergänge nur in gewissen thallinisch hoch ausgebildeten Gruppen deutlich stattfinden, dass dagegen in den am schwächsten entwickelten Arten dieser höheren Gruppen nicht sehr selten Stadien vorkommen (z. B. bei Amphiloma), die man nicht wegen Transition, sondern bloss wegen Verarmung nicht mehr leicht als blattige höhere Bildungen erkennt, ohne dass sie desshalb als wahre Uebergänge zum krustenförmigen Thallus zu betrachten wären. In solchen Fällen müssen bestentwickelte Individuen den Ausschlag geben, denn der nüchterne Systematiker muss nicht zu Gunsten der Theorie sich ans Trübe halten, sondern muss nach dem Klaren urtheilen und erst dann nach diesem gesicherten Urtheil das Unklare zu bewältigen suchen. Ich halte es somit für einen argen Verstoss den Hauptformen des Thallus allen tribualen Werth abzusprechen.

Was Dr. Wainio (p. XVII u. XIX) über analoge Sporenausbildung in verschiedenen Gruppen und über die Gonidien-Charaktere der Gruppen sagt, ist zwar ohne besondern Belang, schwächt aber diese Charaktere, und dennoch werden sie von ihm selber im

Verlauf des Werkes durchgängig als legitime Charaktere angewandt. Allerdings zeigen die Sporen mancherlei Schwankungen und oft auch nicht ganz fertige Zustände, aber da muss sich der Lichenologe wiederum wie vorhin an das völlig entwickelte Normale halten und hiernach dann auch Unfertiges mit Blick und Takt zu erkennen suchen. Um so unbegreiflicher ist es aber, wenn der Verfasser nur einzig und allein auf die placodiomorphe Spore hin (die andern Charaktere sind ja nicht durchschlagend) die Tribus der Theloschisteen begründet. Hierin ist er trotz seiner Auseinandersetzungen mehr Sporolog als sogar Körber und Massalongo, während Nylander das entgegengesetzte Extrem darstellt, indem letzterer der Spore hartnäckig nicht einmal generischen Werth zuerkennt. Der goldene Mittelweg ist hier wie anderwärts der richtige. Was den Werth der Gonidien betrifft, welchen Dr. Wainio ebenfalls verdächtigt, so sei nur bemerkt, dass unter den Tausenden der bekannten Flechten nicht eine einzige einmal diese und ein andermal andere Gonidien hat, und wenn in wenigen Fällen das Gegentheil behauptet worden ist, so betraf es Flechten mit krustenförmigem Thallus, wo Durchwachsungen, Gemische, nicht selten sind. Solche müssen dort unbedingt angenommen werden, denn alle höher entwickelten sicheren und leicht zu beobachtenden Fälle lassen über die Einheit der Gonidienform jeder Species keinen Zweifel zu. Nach anderen heutigen Forschern bieten gewisse Gonidienformen vorzügliche Charaktere für Gattungen und sogar für Tribus.

Weiterhin (p. XXIII) wird das Peudostroma gewisser Lichenen besprochen und in seinem generischen Werth ebenfalls auf Null reducirt. Es ist hier sicherlich bis dato nicht immer das Richtige getroffen worden und verschiedene sog. Stromata sind nur das Product von verwachsenen Apothecien. Aber ebenso sicher ist in vielen Fällen, so gut wie bei den zusammengesetzten Sphärien, ein Zwischending zwischen Thallus und Apothecium, in welchem oder auf welchem die Apothecien stehen. Wo bei unklaren Fällen der Pyrenocarpeen bloss ein Zusammenwachsen vorliegt, da hat jedes Apothecium ringsum seine eigene Apothecien- oder resp. Perithecienwand, und das Ganze lässt im Umriss Spuren dieses Zusammenwachsens erkennen. In einzelnen Fällen, namentlich da wo mehrere Perithecien desselben Stroma in eine gemeinschaftliche centrale Oeffnung convergirend ausmünden, da kann doch von einem blossen Zusammenfliessen gar nicht die Rede sein. Daher werden die Wainio'schen Contradictionen von Glyphis und Graphis, sowie von Trypethelium mit Pseudopyrenula, und mehrere andere, bei keinem Lichenologen Einlass finden. Auch hier hat nicht das Depauperirte den Ausschlag zu geben.

In Betreff der Paraphysen (p. XXV), die ich selber viel studirt habe, ist nur zu constatiren, dass man sie erst in neuester Zeit methodisch benutzt hat, dass also dieser Charakter noch nicht völlig erfasst ist, denn eine grosse Masse von Flechten ist noch nicht auf diesen Punkt hin untersucht. Es scheinen sogar nicht alle Fälle connexer Paraphysen homolog zu sein und einige werden entwicklungsgeschichtlich zu erledigen sein. Was man aber so schön sieht bei Porina, und anderseits in anderem Sinne bei Arthonia, das giebt dem Charakter Werth, und Dr. Wainio nimmt ihn, trotz seiner Introduction, in der Regel ebenfalls auf in die Gattungscharaktere.

Es bleibt aus der Einleitung nur noch übrig, die chemischen Charaktere zu berühren. Dr. Wainio gibt (p. XXVI) eine ebenso unklare wie verlegene Vertheidigung dieses Charakters. Wo zwei Flechten einzig und allein durch die Reaction verschieden sind, wo also alle übrigen structurellen und äusseren Charaktere harmoniren, da muss ich energisch gegen eine specifische Trennung protestiren und betrachte alle so fabricirten Arten als Null und Nichts. Sie sind weder eigene Arten, noch Varietäten (im Sinne von Subspecies), noch Formen, sondern sie stellen bloss chemisch etwas verschiedene Zustände eines und desselben Dinges dar, wie es aus einleuchtenden physiologischen Gründen in der ganzen Natur überall vorkommt oder vorkommen kann, sobald die Individuen nicht in absolut identischen chemischen Bedingungen aufgewachsen sind. Zudem ist in den modernen lichenologischen Werken von Nylander, Th. M. Fries und selbst Wainio und andern eine grosse Anzahl von Stellen zu finden (ich sammelte sie früher), nach welchen die Reactionen fehlschlagen oder namentlich häufig zweifelhaft sind. Man rühmt zwar gar sehr die Nützlichkeit der Reagentien zum Bestimmen steriler Zustände, aber man erreicht mit den Reagentien ja bloss Individuenreihen, die chemisch conform sind, und weil nur der chemische Charakter schwankt, so können zwei Exemplare derselben chemischen Reihe auch recht gut zwei verschiedenen Species angehören, die man im sterilen Zustand nicht von einander trennen kann. Somit führt die Praxis dieses sog. Criterium zum Unrichtigen wie zum Richtigen und das ihr geschenkte Zutrauen beruht auf Selbstbetrug. Anders verhalten sich diejenigen Fälle, wo zwei nahe Species oder Varietäten neben dem chemischen Charakter noch andere Differenzen aufweisen, welche durch die Reaction vorgeblich bestätigt und verstärkt werden. Hier kommt Alles auf diese andern Differenzen an; sind sie schlecht, so macht sie die Reaction um kein Haar besser, sind sie aber an und für sich von Werth, so bedürfen sie der werthlosen Reaction nicht. Diese Reactionen haben überhaupt nur physiologischen, nicht systematischen Werth. — Ich glaube ausserdem nach fremden und nach eigenen Studien, nach einer gewissen Constanz in vielen Fällen, nach dem variablen Verhalten in andern Fällen, und namentlich nach dem erst nach 1—2—10—50-tägigen Warten eintretenden sichtbaren Reactionen annehmen zu müssen, dass die von den Flechten elaborirten, durch Reactive zu constatirenden Materien vielleicht überall in den Lichenen vorhanden sind, aber in höchst variabler meist verschwindend geringer Quantität.

Wirft man nun einen Blick auf das neue System, so frappirt sofort ein gefälliges und vortheilhaft einfaches Wesen; die Gruppen verschiedenen Ranges sind fast überall dem Namen und auch der Sache nach wohl bekannt. Es könnte sogar fast scheinen, dass ausser der Verschmelzung aller angiocarpischer Flechten in eine einzige Obergruppe und ausser einigen Verstellungen der Tribus am Herkömmlichen nicht viel geändert worden sei. Aber das ist ganz neu, dass hier zum ersten Mal in einem lichenologischen Werke, von einem Lichenologen, die bereits bekannte Idee der meisten neuern botanischen Lehrbücher methodisch aufgeführt wird, nach welcher die Discolichenen und Pyrenolichenen als biologische Parallelgruppen neben die rein systematischen Pilzgruppen der Discomyceten und Pyrenomyceten gestellt werden, mit welchen zusammen sie die Ascophyten ausmachen. Die Flechten werden somit materiell als symbioische Gruppe in die Pilze versetzt.

Wenn nun aber ein Pilz wirklich mit einer Alge symbiotisirt, so hat er darum nicht aufgehört ein Pilz zu sein und bildet darum kein neues Wesen und muss folglich systematisch als Pilz behandelt werden, er ist ins eigentliche Pilzsystem einzuordnen und nicht in eine besondere parallele Nebengruppe zu stellen. Wer aber dieses Einordnen versuchen würde, der würde für einen grossen Theil der Discolichenen, namentlich für die Parmelien, Sticteen, Peltigereen, Usneen, Cladonien etc. auf absolute Unmöglichkeit stossen, denn für diese Gruppen gibt es im ganzen Pilzreich keinen Platz. Warum das? Weil dle Prämisse falsch ist, weil hier gar keine Symbiose existirt, weil die Flechten in Globo eine zugleich von allen Pilzen gesonderte Pflanzenclasse bilden.

Dr. Wainio's System, wie oben schon angezogen, ist aber unvollständig, weil ihm die vorgebliche Symbiose nur die gonidienführenden Flechten aufzunehmen erlaubte. Statt der vollständigen systematischen Lichenenclasse hat er nur einen biologisch (symbiotisch) geglaubten Theil derselben behandelt und zu den Pilzen gebracht.

Ich will sogar noch momentan die Voraussetzung machen, dass die Gonidien (trotzdem dass sie aus den Hyphen entstehen) wirklich Algen seien und dass das hyphoidale Element der Flechten wirklich mit diesen Algen symbiotisire, dann müssten aber die Flechten ja selbst in diesem Falle, weil ihre Hyphen unabweisbare Microgonidien enthalten, von den Pilzen getrennt werden. Also mit oder ohne Symbiose stellen sich die Flechten als eigene Pflanzenclasse heraus und nicht als Pilzgruppe.

Bei den 22 Tribus der Cyclocarpeen wäre Vieles zu sagen, besonders über ihren Umfang. Zwei Neubildungen darunter, nämlich Wainio's Buellien und Lecideen, wird jeder andere Lichenologe als ausserordentlich naturwidrig abhorriren müssen, und zudem sind sie unter sich verstellt, aber ich gestehe, dass ich ebenfalls ein solches Unding, wie die Lecideen im Sinne Wainio's in keinem System unterbringen könnte. — Die Pilocarpeen sind als Tribus eben so unbegründet wie Pilocarpus selber als Genus, und zudem ist Pilocarpus Wain. dasselbe was Tricholechia Mass. (Alcun. Gen. p. 8, 1853). — Auch die Lecanactideen sind als Tribus unbegründet und sind am unrechten Ort eingereiht.

Bei Parmelia (I. p. 27—67) sind die Sectionen als solche geradezu werthlos. Es ist in normaler Systematik nicht erlaubt auf so nichtssagende Charaktere hin Sectionen zu bilden, denn Sectionen haben die Bedeutung von Subgenera und müssen als solche Charaktere haben, die diesem hierarchischen Rang entsprechen. Solche Charaktere müssten also beinahe so wichtig sein wie Gattungscharaktere. Sodann sind dort Subsectionen eingeführt mit adjectivischen Namen im Singularis, was eben so verwerflich ist. Dasselbe kommt auch vor bei Pyrenula (II. p. 200. 202). Diese Namen haben im Singularis das Aussehen eines Substantivs und werden daselbst in dieser Form unrichtig meiner Autorschaft unterschoben. Richtig dagegen und sehr bequem wendet man adjective Ausdrücke an, wo für Speciesreihen die Charaktere zu geringfügig sind, als dass man Sectionen daraus bilden könnte, wie solche in den Werken über Phanerogamen zu Hunderten vorkommen, z. B. oppositifoliae, axillares, paniculatae, perennes etc. Wer in der Cryptogamie so ins eigentlich Systematische eingreift, der thäte doch gut, vorläufig den allgemeinen Modus faciendi nach den neueren Werken über Phanerogamen zu studiren.

Was endlich die Redaction der Tribus- und Species-Charaktere betrifft, so kann ich dieser Art desshalb keinen vollen Beifall zollen, weil in keiner Art dafür gesorgt ist, dass der Leser leicht und ohne grossen Zeitaufwand das Wichtigste ersieht. Diese Charaktere sind gewiss sehr inhaltsreich, aber es läuft darin meist eine Masse von Zeug mit, das der Definition in keiner Weise frommt, besonders im ersten Theil der Arbeit, und das Sonderbarste ist noch, dass auch die in der Einleitung bekämpften Charaktere hier auch meist als vollgültig und oft sehr breitspurig exponirt werden. — Um jedoch Missverständnissen vorzubeugen, füge ich noch bei, dass ich es für recht verdienstvoll halte, wenn von Tribus, Genus und Species sehr vollständige Beschreibungen (nicht Diagnosen) gegeben werden, aber diese sind nur dann practisch nützlich, wenn eine concentrirte Diagnose die Schlagcharaktere gibt, oder auch wenn diese Charaktere durch besondern Druck hervorgehoben werden. Wo beides nicht der Fall ist, da kann durch comparative Schlussbemerkungen nachgeholfen werden, und hierzu hatte doch Dr. Wainio, von Acharius und Flörke an bis auf die neueste Zeit so drastisch gute Beispiele.

Eigentlich misshandelt und zerfetzt sind die Sticteen. Nur in dem Punkt hat Dr. Wainio Recht, dass er das Genus Ricasolia Nyl. einzieht. Alle andern Sticteen bilden eigentlich zusammen, nach den Gonidien, nur 2 Genera, Stictina Nyl. und Sticta Nyl. (incl. Ricasolia etc.)

Auch der sog. Subspecies sei gedacht. Diese besonders bei Dr. Nylander eine grössere Rolle spielend, sind von Dr. Wainio nicht oft in Anwendung gebracht worden, sind aber überall zu viel und durchaus formwidrig. Ihre Entstehung verdanken sie bloss dem Umstand, dass früher die Varietät ein sehr unbestimmter Begriff war, der in der Lichenographie (und anderwärts) sowohl eigentliche legitime Varietäten als bloss untergeordnete systematisch fast werthlose Formen umfasst, wie blosse Entwicklungsstadien, entfärbte oder entrindete Zustände, Soredien- und Isidiumtragende Abänderungen. Echte Varietäten haben aber schon gerade recht eigentlich den Sinn von Subspecies, die in der Regel durch einen Complex von kleinen Differenzen vom Speciestypus abweichen und sind also absolut synonym mit Subspecies von Nylander und Wainio etc. Als solche sind sie aber dem Speciestypus unterzuordnen und können keineswegs die Form eines Speciesnamens tragen. Bei Pseudopyrenula Eluteriae * Pseudopyrenula subsulphurea Wainio (l. c. p. 205) ist nach obigem einfach zu lesen: Pseudopyrenula Eluteriae * subsulphurea Wainio. — Ich schlage auch vor, alle andern Fälle solcher Subspecies analog zu lesen und zu citiren, wodurch an der Sache rein nichts geändert wird, wodurch aber die Sache eine Namensform bekommt, die ihrem Range klar entspricht. Ob dann der Namen mit * oder mit einem griechischen Buchstaben, als var. oder als subsp. fungire, das ist ganz und gar ohne Belang, da jedoch das »var.« dem altüblichen und allgemeinen Gebrauch entspricht, so ist es am besten, den Ausdruck von Subspecies ganz auszumerzen und an dessen Stelle überall var. zu setzen.

In Betreff der specifischen Behandlung sei bloss eine Gattung berührt, nämlich Parmelia, von welcher der Verfasser 39 Species aufzählt. Hier treten wieder ganz vorzügliche analytische und zum Theil descriptive Vorzüge hervor, die mit durch und durch verwerflichen Principien im grellen Contraste stehen. Die Diagnosen und Beschreibungen sind zusammen ganz ausgezeichnet, vollständig und möglichst vergleichbar abgefasst und vielfach ist mit grosser Sorgfalt auf die Originalien Rücksicht genommen, wodurch die sonst übliche Nylandersche Auffassung gewisser Arten eine andere wird, wie z. B. für P. crinita und P. perforata. Bei der Richtigstellung der Namen stösst man aber hin und wieder auf Fälle, die nicht prioritätsrechtlich begründet sind, wie bei P. coralloides Wainio (p. 33). Solche Missgriffe kommen im Werk hin und wieder vor, wo also, allgemein gehalten, ein alter Varietätsnamen mit dem Genusnamen zu einem neuen binären Speciesnamen verbunden wird. Alle diese Namen sind nomenclaturisch Neubildung, datiren von 1890, und sind nur da berechtigt, wo nicht schon ein anderer publicirter und begründeter binärer Speciesnamen vorhanden ist. In obigem Falle waren schon zwei Speciesnamen vorhanden und Dr. Wainio war also nicht berechtigt, einen neuen dritten Speciesnamen zu geben, denn der als Synonym angezogene Terminus coralloides Mey. et Flot. ist nur Varietätsnamen und nicht Speciesnamen. Die Arten 1, 2 und 6 bei Dr. Wainio sind specifisch nicht verschieden. — P. dilatata Wainio's (p. 32) ist bloss die in den Tropen überall gemeine P. latissima f. sorediata Nyl. — P. conformata Wn. (p. 36) gehört specifisch durchaus zu P. xanthina Wn., was drastich durch P. xanthina f. aberrans Wn. (l. c.) documentirt wird. — Ebenso nichtssagend sind die chemisch fabricirten P. macrocarpoides Wn., P. homotoma Nyl., die zu P. cetrata Ach. gehören, währenddem P. consors Nyl., Wn. (p. 44), nach dem gegebenen Text, zur entfernt gestellten P. acanthifolia Pers. zu bringen ist. — Ganz ebenso gehören zusammen: P. amazonica Nyl., Wn. und P. Minarum Wn., sowie P. affinis Wn. und P. revoluta Flk., und P. gracilescens Wn. et P. gracilis Wn., welche letzteren zwei eine Var. von P. lavigata Auct. bilden. — Und in dieser Art geht die namenlos leichtfertige Zersplitterung der legitimen aber variabeln

Species fort, im Allgemeinen darauf beruhend, dass je die sorediösen Formen von den isidiösen oder nackten specifisch getrennt werden und dass diese so getrennten Theile vermittelst chemischer Differenzen noch weiter gespalten werden.

Es ist schlieslich noch beizufügen, dass die überaus sorgfältige Untersuchungsmethode Dr. Wainio's alle Anerkennung verdient und dieser Umstand gibt der Hoffnung Raum, dass er in Zukunft, von den Irrwegen zurückgekehrt, das so schön Beobachtete ebenso schön und naturgerecht beurtheilen und dann richtig systematisch verwenden werde.

Genf, den 30. Apr. 1891. Müll.-Arg.

O. Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesammtgebiet der Mycologie. IX. Heft: Die Hemiasci und die Ascomyceten.

Der Veröffentlichung der Gesammtuntersuchungen in diesem und dem nachfolgenden Hefte vorgreifend wurde bereits im VIII. Hefte der morphologische Werth des Ascus klargelegt, im Anschluss an die Ableitung der Basidie aus dem unregelmässigen Conidienträger.

Durch die Annahme de Bary's, dass der Ascus ein geschlechtliches Product sei, waren die Ascomyceten dem Kreise vergleichender Untersuchungen entrückt, und die Parallelität dieser grossen Classe mit der der Basidiomyceten in Frage gestellt worden. Die Ascomyceten blieben dadurch unverstanden und hatten weder nach unten nach den niedern Pilzen [1]), noch seitlich nach den Basidiomyceten irgendwelche Anknüpfungspunkte. Um diesen Anschluss zu ermöglichen, war es nöthig nachzuweisen, dass der Ascus ungeschlechtlich entsteht und weiter, dass die Nebenfruchtformen sich natürlich erklären und ableiten lassen. Dem ersten Nachweise ist der Abschnitt über die Keimung der Spermatien gewidmet. Es wird gezeigt, dass bei allen untersuchten Formen, die sich auf fast 200 aus allen Familien der Ascomyceten belaufen, die Keimung in Nährlösungen stets vor sich geht. Damit sind die Spermatien als geschlechtlich functionierende, männliche Zellen abgethan. Sie sind nichts wie Conidien.

Dass der Ascus sich aus dem unregelmässigen Sporangium morphologisch erklären liess, war nach Analogie der Basidie mehr als wahrscheinlich und ist jetzt durch die umfassenden Untersuchungen der Ascomyceten und die Entdeckung der ascenähnlichen Sporangien der Hemiasci zur Thatsache geworden. Der Ascus ist demnach ein Sporangium, das in seiner Form, in der Zahl und Grösse der Sporen, in seiner Entstehung an einem bestimmten Ort regelmässig geworden ist. Wie nun neben den Ascen die Ascomyceten noch zu anderen Fruchtformen kommen, dazu bedurfte es der Anknüpfung an die Zygomyceten. Sämmtliche Fruchtformen lassen sich auf einen Grundtypus zurückführen. Bei Thamnidiumarten nämlich können durch geeignete Culturvariationen die vielsporigen Sporangien in einsporige übergeführt werden, deren Membran nur noch mit der der Spore zu verwachsen braucht, um ein Schliesssporangium, eine Conidie, darzustellen. Und dies ist bei der nächstverwandten, kaum von Thamnidium zu unterscheidenden Gattung Chaetocladium der Fall. Hier tritt uns die Conidie in typischer Ausbildung entgegen. (Man vergleiche dazu die näheren Ausführungen des Heftes.) Mit diesem Nachweise, dass sich vom Sporangium eine zweite Fruchtform, die Conidie, abspaltet, ist das Weitere von selbst gegeben. Neben dem Sporangium (wie bei der Ascoidea) können noch Conidien bestehen und ebenso auch alle auf die Conidien zurückführbaren Fruchtformen, wie Pykniden und Spermogonien.

---

[1]) Vgl. vielmehr de Bary's bekannte Ausführungen über die Beziehungen der Askomyreten zu den Peronosporeen etc., namentlich auch über das Funktioesloswerden der Geschlechtsorgane. K. G.

Im dritten Abschnitte werden dann die einzelnen Abtheilungen der Ascomyceten besprochen. Die Eintheilung der grossen Gruppe in Exoasci und Carpoasci war bereits im VIII. Heft angedeutet. Wie die Hülle um die Ascen zu Stande kommt, dafür geben bei den Zygomyceten Rhizopus und Mortierella ausreichende Erklärung. Die Exoasci werden auf Grund der neugewonnenen Thatsachen natürlich definirt und finden als erste Ordnung der Ascomyceten ihre richtige Stelle, desgleichen sind endlich die Gymnoasci als gleichwerthige Gruppe mit den Perisporiaceen, Pyrenomyceten und Discomyceten untergebracht.

Als ein höchst bemerkenswerther Fortschritt in der Systematik der Pilze ist endlich die Begründung einer Gruppe der Zwischenformen, der Mesomyceten, anzusehen. Dieselben haben im vegetativen Theil den Charakter der höheren Pilze (Mycomyceten), zeigen dagegen im fructificativen einen Uebergang von den Phyco- zu den Mycomyceten. Die beiden Classen der Hemiasci und Hemibasidii sind durch ascenähnliche Sporangien und basidienähnliche Conidienträger charakterisirt. Während die letztere Reihe in den Ustilagineen eine reichere Formausbildung erfahren hat, besitzen die Hemiasci bisher nur wenige Vertreter, die sich auf drei Familien vertheilen. Jetzt hat auch endlich hier der bald hierhin, bald dorthin geschobene Protomyces seinen sicheren Platz gefunden. Der lange bekannte Thelebolus stellt den Grundtypus der Carpoasci dar, die neue Gattung Ascoidea vermittelt den Anschluss an die Exoasci.

Von neu aufgestellten Gattungen sind Ascocorticium und die bereits erwähnte Ascoidea zu nennen.

Lindau.

Eingegangene Litteratur.

Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. X, 1^{e} Partie 1891. E. J. Brill, Leide.

Annual Report of the Governors, Principals and Fellows of Mc Gill University, Montreal. For the year 1890.

Botanical Magazine. Vol. V. Nr. 47. January 1891. Tōkyō, Japan.

— — Vol. V. Nr. 50. April 1891. Tōkyō, Japan.

Briquet, Les Labiées des Alpes maritimes. Partie I. 1891. Genève et Bâle, H. Georg.

Büsgen, Der Honigtau. Biol. Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. S.-A. aus der Jen. Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XXV. (N. F. Bd. XVIII). 1891.

Burck, Beiträge zur Kenntniss der myrmecophilen Pflanzen und der Bedeutung der extranuptialen Nectarien. Extrait des Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. X, pag. 75—144. 1891.

Chodat, Sur la famille des Kramériacées. Extrait des Archives des Sciences physiques et naturelles. Nov. 1890, 3^{me} période, t. XXIV.

Fischer, Alfred, Die Plasmolyse der Bacterien. S.-A. aus »Berichte der K. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften math.-physik. Classe«. 2. März 1891.

Goroschankin, Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Systematik der Chlamydomonaden 1. Chlamydomonas Braunii (mihi). Extrait du Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou. Nr. 3. 1890.

Heinricher, *Eine Blüte von Cypripedilum Calceolus L. mit Rückschlagserscheinungen.* S.-A. aus der Oesterr. bot. Zeitschrift, Jahrg. 1891, Nr. 2.

Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes. IV. u. V. Lieferung. Verlag v. Ed. Hölzel, Wien u. Olmülz.

Holmes. The nomenclature of certain drugs. From the Pharmaceutical Journal, March 14, 1891.

Jacob, Untersuchungen über zweites oder wiederholtes Blühen. Inaug.-Dissertation, Giessen 1889.

Karsten, G., Untersuchungen über die Familie der Chroolepideen. Extrait des Annales du Jardin Bontanique de Buitenzorg. Vol. X, p. 1—66. 1891.

Kienitz-Gerloff, Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. S.-A. aus der Bot. Zeitung 1891. Nr. 1—5.

Koch, L., Ueber Bau und Wachsthum der Sprossspitze der Phanerogamen. I. Die Gymnospermen. S.-A. aus Pringheim's Jahrbüchern für wissenschaftl. Botanik. Bd. XXII. Heft 4.

Kohl, Zur physiologischen Bedeutung des oxalsauren Kalkes in der Pflanze. S.-A. aus d. bot. Centralblatt 1890. Nr. 5.

— — Protoplasmaverbindungen bei Algen. S.-A. aus d. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft 1891. Bd. IX. Heft 1.

Mangin, Liste des Péronosporées recueillies aux environs de Paris a. 1890. Extr. du Bulletin de la Société botanique de France. Tome XXXVII.

— — Note relative à un nouvel appareil à analyse des gaz. Extr. des Comptes rendus de la Société de biologie. 1891.

— — Sur les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane.

— — Sur la structure des Peronosporées.

— — Sur la callose, nouvelle substance fondamentale existant dans la membrane.

Migula, Beiträge zur Kenntniss des Gonium pectorale. S.-A. aus Bot. Centralblatt. Bd. XLIII. 1890.

Miyoshi, Notes on the irritability of the stigma. Reprinted from the Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Vol. IV. 1891.

Morris, On the production of seed in certain varieties of the common Sugar-cae (Saccharum officinarum, L.) Extracted from the Linnean Society's Journal-Botany, vol. XXXIII.

Oliver, On Sarcodes sanguinea, Torr. Annals of Botany, Vol. IV, Nr. XV, Aug. 1890.

Palla, Ueber die Entwicklung und Bedeutung der Zellfäden im Pollen von Strelitzia reginae. S.-A. aus den Berichten der Deutschen Bot. Gesellschaft. Jahrg. 1891, Band IX, Heft 3.

Pfeffer, Ein neuer heizbarer Objecttisch nebst Bemerkungen über einige Heizeinrichtungen. S.-A. aus Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie und für mikr. Technik. Band VII.

— — Mitteilungen über die von Herrn Dr. Wehmer im Bot. Institut ausgeführten Untersuchungen, betreffend die Bildungsbedingungen der Oxalsäure in Pilzen. S.-A. aus d. Berichten der math.-phys. Classe der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. 1891.

Sauvageau, Sur la tige des Zostera. Extrait du Journal de Botanique Fevrier 1891.

Setchell, Preliminary notes on the species of Doassansia, Cornu. Reprinted from the Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. XXVI. 1891.

Seubert, Exkursionsflora für das Grossherzogtum Baden. 5. Aufl. bearbeitet von Prof. Dr. L. Klein. Verlag von Eugen Ulmer, Stuttgart.

Stitzenberger, Lichenaea Africana II. 1891. St. Gallen, A. & J. Köppel.

Warlich, Ueber Calciumoxalat in den Pflanzen. Inaugural-Dissertation 1889.

Wettstein, Die Omorika-Fichte, Picea Omorica (Pauc.) Aus den Sitzungsberichten d. Kais. Academie der Wissenschaften in Wien. Math.-Naturw. Classe; Bd. XCIX, Abtheilung I. Dec. 1890.

— — Dr. Günther Ritter Beck v. Mannagetta: Flora v. Niederösterreich. I. Theil. S.-A. aus der »Oesterr. bot. Zeitschrift« Jahrgang 1891. Nr. 1 u. 2.

— — Ueber die einheimischen Betula-Arten. S.-A. aus den Sitzungsberichten der K. K. zoolog.-bot. Gesellschaft in Wien. Bd. XL. 3. Dec. 1890.

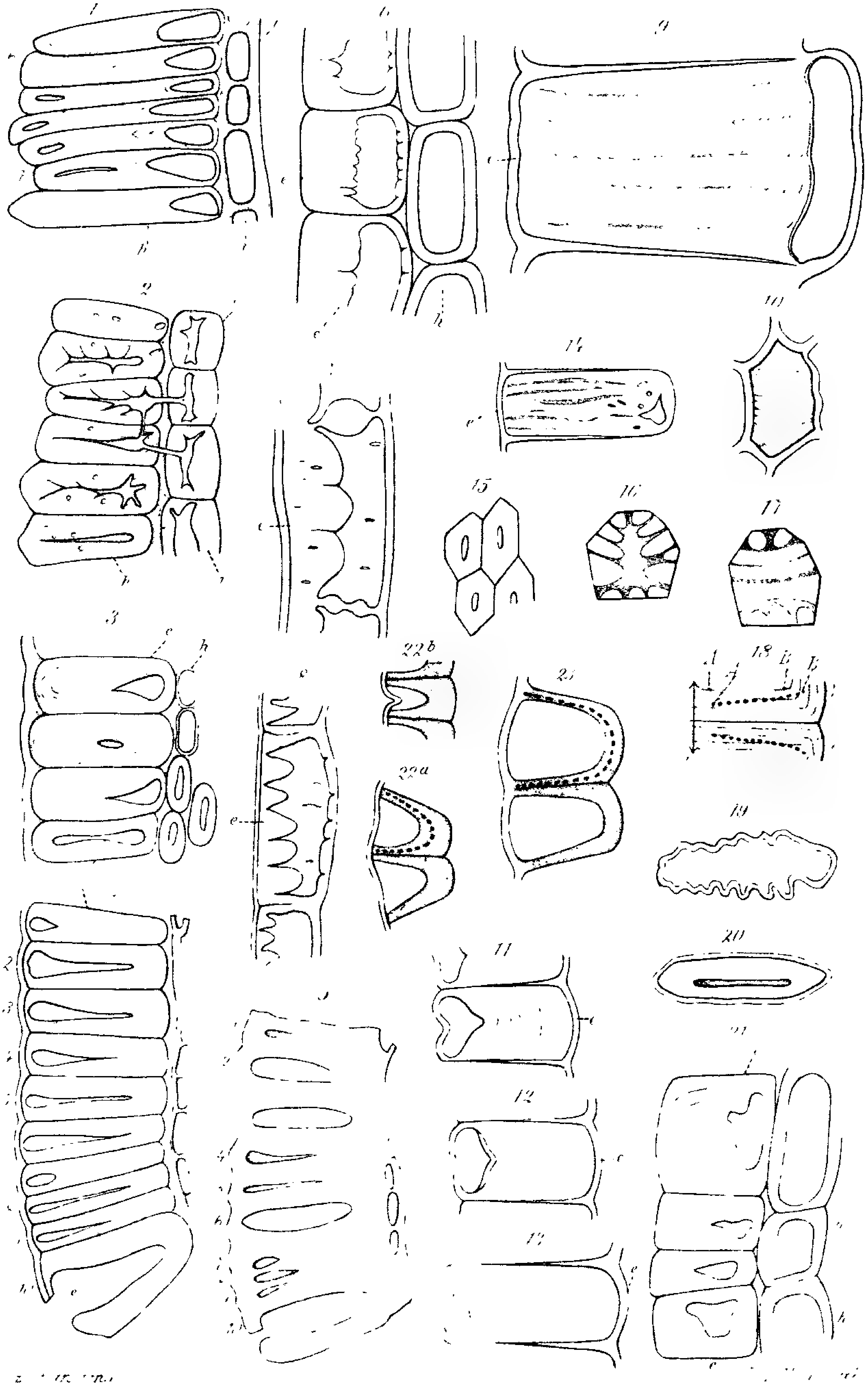
— — Berichte über die floristische Durchforschung v. Oesterreich-Ungarn. S.-A. aus der »Oesterr. bot. Zeitschrift«. Jahrgang 1890. Nr. 11.

— — Zur Morphologie der Staminodien von Parnassia palustris. S.-A. aus den Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft. Jahrgang 1890. Bd. VIII. Heft 8.

Wiesner, Formänderungen von Pflanzen bei Cultur im absolut feuchten Raume u. im Dunkeln. S.-A. aus d. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft. Jahrgang 1891. Bd. IX. Heft 2.

Zimmermann, Ueber die radialen Stränge der Cystolithen von Ficus elastica. S.-A. aus d. Berichten d. Deutschen Bot. Gesellschaft. Jahrgang 1891. Bd. IX. Heft I.

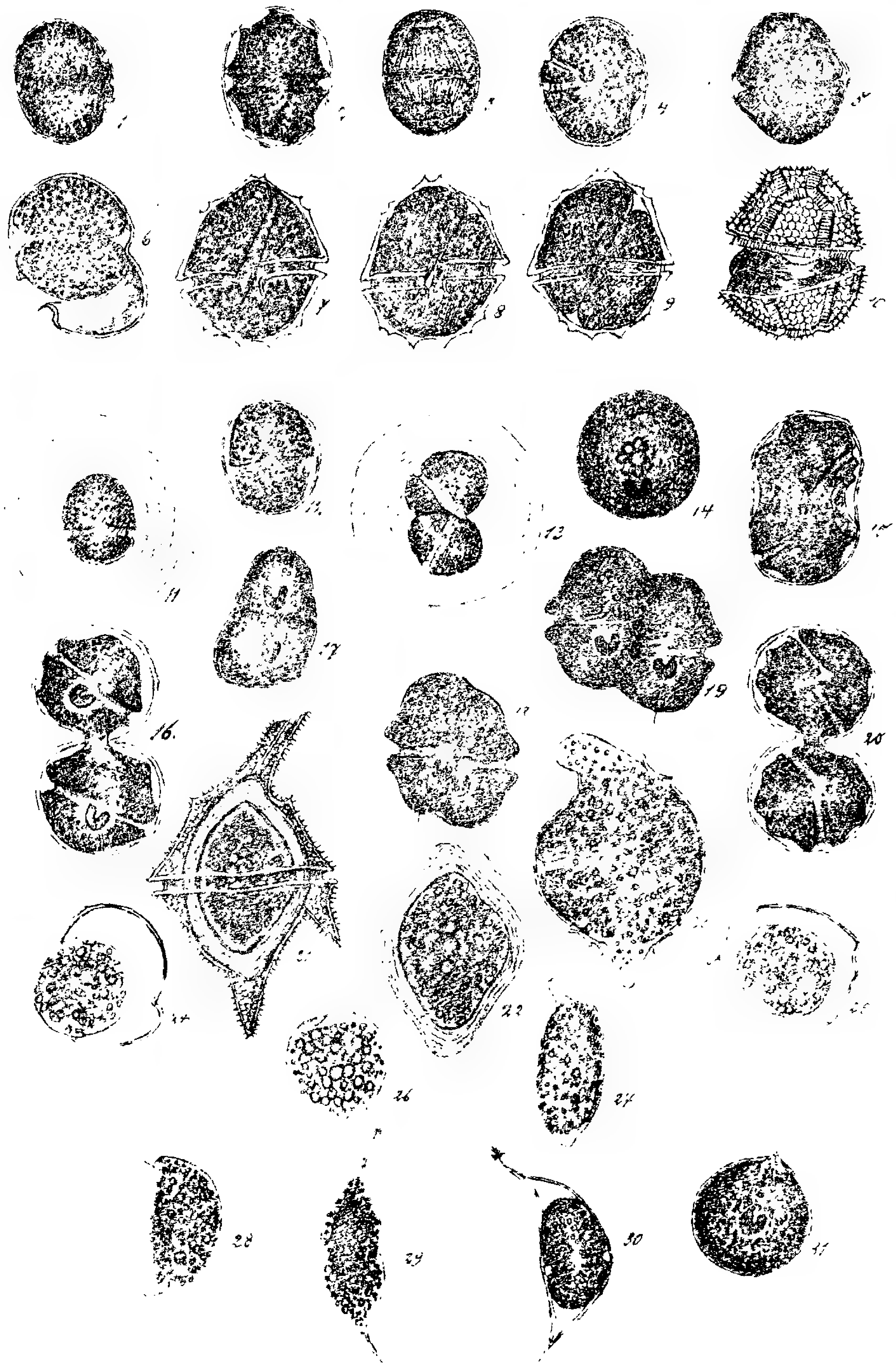
Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).


1
e
p
h
6
e
h
9
e
2
p
h
10
14
e
15
16
17
3
e
h
e
22 b
22 a
23
18
A
B
B
19
20
11
e
12
e
13
e
21
h
e
2
3
4
5
6
7

Flora 1891. Tafel VIII.

1
2
3
6
7
9
5
4
10
11a
11b
12
8
13
14
15
20
16
17
18
24
21
22
23
25
19

Zeichnung v. A. J. Schilling. Druck v. Ph. Kern, Worms.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16.
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

zeichnung v. A. J. Schilling. Druck v. Ph. Kern, Worms.

1.
2.
3.
4 a
4 b.
5
6
7
8
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15 a.
15 b.
16
17.
18.
19 a
19 b.
19 c.
20 a
20 b.
21 a
21 b
22 a
22 b
23 a
23 b
24 a
24 b
25 a
25 b
v VII
d II
d
r
f I
f II
f III
f IV
v I
v II
v III
v IV
v V
v VI
e I
e II
h I
h II
h III
h IV
h V

zeichnung v. A. J. Schilling.
Druck v. Ph. Kern, Worms.

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gefässe und Tracheiden

von

Theodor Lange.

(Hierzu Tafel XI und XII).

Wenige Gewebeelemente haben eine so mannigfache Bearbeitung erfahren, wie die Gefässe und Tracheiden. Es mag daher überflüssig erscheinen einen neuen Beitrag zur Kenntnis von den Tracheen zu liefern, und besonders zu deren Entwicklungsgeschichte, einer Lehre, über die die Akten bereits geschlossen erscheinen. Nachdem durch die grundlegenden Untersuchungen von Mohls, Nägelis, Sanios u. A. die Entstehung der primären und secundären Gefässe aus Plerom und Cambium bekannt geworden war, fand in den Lehrbüchern der Botanik ungefähr folgender Satz Aufnahme: Sobald die Wandverdickung der Gefässe und Tracheiden ausgebildet ist, schwindet das Plasma aus diesen, ohne dass auch nur eine Spur davon zurück bleibt. Untersuchungen über den genaueren Zeitpunkt des Verschwindens sind bisher nicht gemacht worden, und nur ganz vereinzelt finden sich in der Litteratur Angaben über das Vorkommen von Plasma in älteren längst ausgebildeten Tracheen. Da es für die Entscheidung mehrerer physiologischer Fragen von Interesse ist, den Zeitpunkt des Verschwindens des Plasmas festzustellen, und da das in einigen Fällen bemerkte Vorkommen von Plasma in älteren Tracheen zu der Annahme berechtigte, dass derartige Vorkommnisse sich öfters finden würden, so schien es wünschenswerth in eingehenden Untersuchungen die erwähnten Punkte zu behandeln. Auf Anregung des Herrn Geheimen Hofrath Professor Dr. Pfeffer in Leipzig habe ich diese Untersuchungen vorgenommen. Ich habe Vertreter der verschiedensten Gruppen der Gefässpflanzen untersucht, und es ist mir gelungen genügendes Material zusammenzubringen, um zu beweisen, dass der oben angeführte Satz der Lehrbücher in dieser strengen Form nicht richtig ist. Es giebt vielmehr Pflanzen, deren Gefässe und Tracheiden noch lange Zeit nach der Ausbildung der Wandverdickung Plasma führen, oder bei denen einzelne dieser Gewebeelemente überhaupt das Plasma behalten, so lange der betreffende Pflanzentheil lebendig bleibt.

Ich habe mich bemüht Angaben der Litteratur über diesen Gegenstand möglichst vollständig zu sammeln, doch mögen mir immerhin einzelne Angaben entgangen sein, die sich zerstreut in der ungeheueren Menge anatomischer Bearbeitungen der Gefässbündel finden.

Bei den Untersuchungen ergaben sich von selbst nach verschiedene Nebenfragen, deren Lösung für die Lösung der Hauptfragen erforderlich war. Ehe ich daher zu den eigentlichen Untersuchungen übergehen kann, muss ich eine Erörterung der Fragen voranschicken.

Die Entwicklungsgeschichte des Gefässes, wie sie sich nach den bisherigen Untersuchungen darstellt ist folgende: Wenn eine Cambiumzelle anfängt sich zum Gefäss umzubilden, so ist dies zuerst in einer bedeutenden Vergrösserung des Volumens der einzelnen Zellen kenntlich. Sobald die ersten Anfänge der Wandverdickung sichtbar werden, zeigt auch der Protoplasmaschlauch Zeichnungen, die der Wandverdickung oder den dazwischen liegenden Membranen entsprechen. Mit der Ausbildung der Wandverdickung verdicken sich auch die Querwände der Zellen in der Weise, dass ein oder mehrere Tüpfel gebildet werden; die unverdickten Teile der Querwände werden dann aufgelöst, während die Verdickungen erhalten bleiben. Mit der Fertigbildung der Gefässe verschwindet der Protoplasmakörper, »ohne, wie etwa in vertrocknenden Zellen, Rudimente zurückzulassen« [1]).

Eine gleiche Entwicklung zeigen die Tracheiden. Hier ist natürlich ein Auflösen von Querwänden nicht nöthig, ausser bei jenen sogenannten Tracheiden, die Kny [2]) z. B. bei Yucca als kurze Gefässe bezeichnete.

Bisher glaubte man also gesehen zu haben, dass das Plasma mit Ausbildung der Wandverdickung verschwinde und zum Theil nahm man an, dass es vollständig zur Herstellung der Verdickungsschichten verbraucht werde. Zur Prüfung dieser Annahmen ist zuerst die Frage zu lösen: Wann verschwindet der Protoplasma aus den Gefässen und Tracheiden? Um die Zeitpunkte des Verschwindens festzustellen, war es vor Allem nöthig, diese in einer Weise zu markieren, dass sie sich zum Vergleiche miteinander eignen. Als Marke diente erstens die Beendigung der Wandverdickung und der Verholzung. Als weitere Marke benutzte ich bei Gefässen der noch in Streckung befindlichen Pflanzentheile die Beendigung des Längenwachsthums. Ein primäres Gefäss zum Beispiel kann sein Plasma verlieren, ehe die Streckung des Internodiumtheiles beendet ist oder es kann im ausgewachsenen Theile noch Plasma führen. Das gleiche gilt von secundären Gefässen. Bei primären Gefässen kann auch der Beginn des secundären Dickenwachsthums als Marke verwendet werden. Ferner lässt sich bei secundären Gefässen feststellen, wie weit die plasmaführenden Gefässe von Cambium aus markwärts reichen. Da aber zwischen die einzelnen Gefässe vom Cambium nach andere Elemente abgefordert werden, zwischen denen die Gefässe meist unregelmässig zerstreut liegen, so ist diese Marke nur eine ungenaue. Besser schon lässt sie sich bei denjenigen Nadelhölzern verwenden, wo zwischen den Tracheiden nur wenig Holzparenchym liegt. Hier lässt sich zum Beispiel sagen: das Plasma verschwindet in der fünften oder sechsten Tracheide vom Cambium ausgerechnet. Doch auch hier lassen sich gegen die Genauigkeit der Marke

---

1) **De Bary**, Vergleichende Anatomie 1887. pag. 177.

2) **Kny**, Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Tracheiden. Ber. d. deutschen bot. Gesellschaft. 1886. pag. 275.

verschiedene Einwände machen. So kann die Schnelligkeit des Dickenwachsthums bei verschiedenen Pflanzen specifisch verschieden sein; dann kann diese in den verschiedenen Theilen einer Pflanze verschieden sein, und endlich ist die Schnelligkeit des Dickenwachsthums abhängig von physikalischen Einflüssen und nimmt bei normalem Witterungsverlauf vom Frühling bis zum Herbste bedeutend ab. Als äusserste Marke diente bei Holzgewächsen die Zahl der Jahresringe vom Cambium an gerechnet, in denen sich Plasma führende Tracheen finden, und bei alljährlich absterbenden Pflanzentheilen die Jahreszeit.

Fand sich Plasma in ausgebildeten Tracheen, so war zu untersuchen, ob dasselbe lebend oder todt sei. Als beste Untersuchungsmethode ergab sich hierbei die Anwendung der Plasmolyse.

Für die Erkennung der ersten Marke machte es die Untersuchungsmethode nothwendig, festzustellen, ob Ausbildung der Wandverdickung und Verholzung Hand in Hand gehen oder, ob die Verholzung später erfolgt. Die Methode, die ich zumeist anwenden musste, gestattete nämlich nicht den gleichzeitigen Gebrauch von Holzreagentien. Es wurden daher für diesen Zweck eine Reihe von Vorversuchen gemacht. Ferner war es von Interesse zu erfahren, ob die Perforation der Querwände immer erst eintritt, wenn die übrige Ausbildung des Gefässes vollendet ist. In diesem Falle kann die Perforation im gleichen Sinne, wie die Beendigung der Wandverdickung als Marke verwendet werden. Diese Frage wurde gleichzeitig mit den oben erwähnten Voruntersuchungen gelöst, und konnte das Resultat auch bei den weiteren Untersuchungen bestätigt werden.

Da es sich bei der Lösung der Hauptfrage herausstellte, dass in allen Fällen nach Ausbildung der Wandverdickung und Verholzung noch Protoplasma nachgewiesen werden konnte, so entstand die Frage: Was geschieht mit diesem Protoplasma?

Bei Gelegenheit der Untersuchung wachsender Internodien verschiedener Pflanzen zeigte es sich, dass, während das Längenwachsthum noch nicht beendet ist, schon secundäres Dickenwachsthum mit Ausbildung von Tüpfel-, Netz- und Treppengefässen statt hat. In einzelnen Fällen wurde sogar constatiert, dass sich im wachsenden Theile plasmafreie Tüpfel- und Netzgefässe finden. Es waren daher noch folgende Fragen zu erörtern: Wächst ein in dem sich streckenden Internodiumtheile befindliches Gefäss, das noch in der Ausbildung begriffen ist auch in die Länge? Ferner, wie verhält sich das plasmafreie Gefäss im Internodiumtheile, der noch im Längenwachsthum begriffen ist?

Die Resultate verschiedener Forscher, die für meine Untersuchungen von Wichtigkeit sind, schicke ich jetzt voraus, und gebe gleichzeitig einen kurzen Ueberblick über die historische Entwicklung unserer Kenntnisse von der Bildung der Tracheen zur Charakterisierung des bisherigen Standpunktes.

I. Ueberblick über die einschlägige Litteratur.

Die Vorstellungen, die sich die älteren Botaniker von dem anatomischen Bau der Pflanzen machten, waren, wie bekannt, sehr unklar. Am Anfange des Jahrhunderts förderten Treviranus und Moldenhawer die anatomischen Kenntnisse bedeutend, aber erst Hugo von Mohl[1]) war es vorbehalten, eine neue Aera der Pflanzenanatomie durch seine äusserst sorgfältigen Untersuchungen anzubahnen. Mohl wird mit Recht als der Begründer unserer heutigen anatomischen Kenntnisse angesehen; seine Untersuchungen sind für die Arbeiten der Anatomen immer noch grundlegend. Ihm verdanken wir auch unser Wissen von der Entwicklungsgeschichte der Gefässe in seinen Hauptzügen. Er leitet die Gefässe »von dünnhäutigen geschlossenen Zellen ab, auf deren inneren Seiten sich später Membranen und Fasern ablagern, und deren Querwände entweder völlig resorbiert oder in netz- oder treppenförmiger Form durchlöchert werden«. Er stellte fest; »dass die Tüpfel dünnere Stellen der Gefässwandung seien« und wies auch darauf hin, »dass bei den getüpfelten Gefässen der meisten Pflanzen die einzelnen Gefässschläuche nicht ringsum einen gleichförmigen Bau besitzen, sondern, dass ihre Wandungen, je nachdem sie mit verschiedenartigen Elementarorganen in Berührung stehen, nicht unbedeutende Modificationen in ihrer Structur zeigen«, und führt dann des weiteren aus, dass die Tüpfel des Gefässes genau mit den Tüpfel des Nachbarorganes correspondiren. Die irrige Ansicht über die Entstehung der Ringgefässe aus Spiralgefässen durch Zerreissung der Spiralfaser und Verwachsen von je zwei Windungen zu einem geschlossenen Ringe, wie diese sein Zeitgenosse Schleiden vertheidigte, widerlegte er auf Grund directer Beobachtungen an Gefässen der Wurzel von Commelina tuberosa. Schleiden und Unger liessen auch die Netzgefässe aus Spiralgefässen hervorgehen; auch diese Hypothese wiederlegte Mohl. Der Zellwand und ihren Verdickungsschichten, wandte er grosse Aufmerksamkeit zu und unterschied zuerst eine primäre, secundäre und tertiäre Membran. Weiterhin beschäftigte sich Mohl mit der chemischen Natur der Zellhaut und führte die Ansicht von Payen[2]), dass die primäre Membran der Zellen Cellulose und bei der Verdickung durch incrustirende Substanzen verunreinigt sei, weiter aus. Auch den Inhalt der Zellen studierte er genauer, nachdem Nägeli[3]) schon die stickstoffhaltigen Substanzen der Zelle beschrieben und ihre Bedeutung hervorgehoben hatte. Mohl

---

1) Seine bis 1845 erschienen Arbeiten, gab er 1845 gesammelt unter dem Titel: »Vermischte Schriften botanischen Inhalts« heraus. Von seien späteren Schriften ist für die Kenntniss der Gefässe von Wichtigkeit: Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle. Braunschweig 1851.

2) Payen, Mémoires sur les développements des végétaux. Paris 1845.

3) Nägeli untersuchte namentlich die Vorgänge bei der Zelltheilung und widerlegte Schleidens Zellbildungstheorie.

führte die Bezeichnung Protoplasma ein, entdeckte den Primordialschlauch, unterschied den Zellsaft vom Plasma und wies nach, wie die Vermehrung der Zellen durch Theilung vor sich geht, und die Zelle das Grundorgan der Pflanze ist. Nicht das geringste Verdienst Mohls ist es, den Verlauf der Gefässbündel in der Pflanze, über den bis dahin nur unklare Vorstellungen verbreitet waren, genau untersucht zu haben. Dies sind in Kurzem die Errungenschaften Mohls, so weit sie sich auf unsere Kenntnis der Gefässe beziehen. Es sollte sich bald zeigen, dass sie, wie alles Andere, was er für die Pflanzenanatomie leisteste, geeignet waren eine üppige Entwicklung dieser Wissenschaft hervorzurufen. Die zahlreichen folgenden anatomischen Untersuchungen basiren alle auf Mohls grundlegenden Arbeiten.

Auf die Unzahl von Schriften, die sich mit Gefässen beschäftigen, hier einzugehen, kann nicht der Zweck dieses historischen Ueberblickes sein; ich kann im Folgenden nur die Arbeiten erwähnen, die unsere Kenntnisse von der Gefässbildung wesentlich förderten und diejenigen, die sich mit dem Inhalt der Tracheen beschäftigen.

Von den Anatomen der Folgezeit sind vor Allen zu erwähnen Nägeli, Hanstein, Unger, Hofmeister, Schacht, Th. Hartig und Sanio.

Nägeli[1]) wies die erste Entstehung der Gefässbündel im Urmeristem nach. Er[2]) und Hanstein[3]) waren es, die die Zusammensetzung des Holzkörpers der Laub- und Nadelhölzer aus einzelnen Gefässbündeln klarlegten und diese Gefässbündel als Blattspuren bezeichneten.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Arbeiten Sanios[4]), in denen die primäre Anlage des Gefässbündels im Urmeristem und das secundäre Dickenwachsthum als zwei getrennte Vorgänge aufgefasst werden. Schon Mohl hatte die Bedeutung des Cambiums erkannt; Sanio wies nach, das dasselbe nur aus einer Zellreihe besteht. Er[5]) war es auch, der die Bezeichnung Tracheide einführte. Als besonderes Verdienst Schachts[6]) ist zu erwähnen, dass er den Bau der Hoftüpfel wesentlich richtig darstellte, wenn er auch fälschlich annahm, dass die Scheidewand später ver-

---

1) Schleiden und Nägeli, Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik. Zürich 1844—1846.

2) Nägeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Leipzig 1858.

3) Hanstein, Ueber den Zusammenhang der Blattstellung mit dem Bau des dicotylen Holzringes. Berlin 1857.

4) Sanio, Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Botan. Zeitung 1863. pag. 357 ff.

5) Sanio, Einige Bemerkungen über den Bau des Holzes. Bot. Zeitung 1860. pag. 201.

6) Schacht, De maculis in plantarum vasis. Bonn 1860.

schwinde. Sanio[1]) hat später die Entwicklungsgeschichte der Hoftüpfel verfolgt und durch schöne Zeichnungen klargelegt.

Inzwischen beschäftigte man sich auch mit dem Zustandekommen der Verdickungsschichten der Zellwand, und es entbrannte ein heftiger Streit über Apposition und Intussusception, der ja auch jetzt noch nicht geschlichtet ist. Für meine Untersuchungen ist es gleichgültig, wie die Wandverdickung zu Stande kommt; das gleiche gilt bezüglich der ersten Zellmembran und der Stoffe aus denen sie entsteht. Eingehende Erörterungen dieser Fragen mit den Angaben der Litteratur finden sich bei Pfeffer[2]) und Strasburger[3]).

Wie erwähnt waren es Payen und Mohl, die zuerst eine Veränderung der Eigenschaften der Zellhaut wahrgenommen hatten; sie untersuchten dieselbe mit Schwefelsäure und Jod. Durch Burgerstein, Wiesner, Höhnel wurden bald eigentliche Holzreagentien bekannt, und als Singer[4]) dann nachwies, dass in verholzten Membranen neben Coniferin auch Vanillin vorkomme, wurden Reagentien[5]) gefunden, mit denen sich die Anwesenheit des einen oder des anderen der beiden Stoffe feststellen und der chemische Vorgang in der Membran genauer verfolgen liess. Ob der Verholzungsprozess unter dem direkten Einfluss des Protoplasmas sich abspielt oder in anderer Weise, darüber sind die Ansichten getheilt. Strasburger[6]) behauptet, dass die Verholzung der Coniferen-Holzzellen »der Hauptsache nach« vor sich geht, nachdem die Zellen sich völlig vom Plasma entleerten, aber doch nur in der lebenden Pflanze. Dagegen nehmen Wiesner[7]) und Krasser[8]) an, dass die Verholzung unter dem Einfluss von Eiweiss stattfinde. Sie fanden dasselbe in der Zellwand (Dermatoplasma), geben aber nicht an, ob zu der Zeit, wo die Wand noch Plasma führt, das Lumen der Zelle schon völlig entleert ist.

Mohl hatte die Inhaltsstoffe der Zelle zuerst genauer studiert. Unter Anderem erwähnt er, dass sich in den jungen Gefässzellen Plasma und je ein Zellkern befinde, und dass mit der Verdickung der Wandungen das

---

[1]) Sanio, Anatomie der gemeinen Kiefer. Pringsheims Jahrbücher. Bd. IX. pag. 77 ff.

[2]) Pfeffer, Pflanzenphysiologie Bd. I. Cap. VI. pag. 286 ff. Bd. II. Cap. IV. 1881. pag. 50 ff.

[3]) Strasburger, Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. 1882.

[4]) Singer, Beiträge zur näheren Kenntniss der Holzsubstanz. Sitzungsber. d. Wien. Acad. Bd. 85. 1882. pg. 345 ff.

[5]) Vergl. Hegler, Histochemische Untersuchungen verholzter Membranen. Flora 1890. pag. 33 ff.

[6]) Strasburger, l. c. pag. 199.

[7]) Wiesner, Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhäute Sitzungsber. d. Wien. Acad. Bd. 93. 1886. pg. 39 ff.

[8]) Krasser, Ueber das Vorkommen von Eiweiss in der Zellhaut. Sitzungsber. d. Wien. Acad. Bd. 94. 1886. pag. 118 ff.

Plasma (»der Primordialschlauch«) verschwinde[1]. »Er (der Primordialschlauch) heftet sich in den meisten Fällen an die Zellwandung fest an und kann anfänglich noch unter der Form eines dünnen Ueberzuges, der sich mit Jod gelb färbt, aufgefunden werden, wenn die Zellwand in Schwefelsäure aufgelöst wird; in einzelnen Fällen schien er mir, ohne eine solche feste Verbindung einzugehen, aufgelöst zu werden und vor dem Verschwinden die Form eines unregelmässigen Netzes von faserähnlichen Streifen anzunehmen.« Die Vorgänge im Plasma während der Ausbildung der Wandverdickung wurden bald genauer untersucht. Crüger[2]) fand in den Tracheiden der Luftwurzelhüllen der Orchideen Plasmaströmungen, die den verdickten Stellen der Wand entsprachen. Er giebt an, dass mit fortschreitender Verdickung das Protoplasma verschwindet. Dippel[3]) sah später, dass der Protoplasmaschlauch Zeichnungen zeigt, die den Wandverdickungen entsprechen. Schmitz[4]) untersuchte diese Tracheiden ebenfalls und bemerkte, dass beim ersten Sichtbarwerden der Verdickungen die von Dippel gesehenen Zeichnungen auftreten. »Etwas ältere Zellen zeigten die faserige Verdickung der Zellmembranen vollständig ausgebildet, die parallelfaserige äussere Schicht des Protoplasmaschlauches aber war nun verschwunden (offenbar zur Verdickung der Membran verwendet) und nur die dünne innere, vielfach netzig gestaltete Schicht desselben zusammt dem eingelagerten Zellkerne zurückgeblieben. Noch ältere Zellen liessen von dem Protoplasmaschlauche nur noch ganz vereinzelte Reste an der Innenfläche der Zellmembran fest anhaftend erkennen, und nur der Zellkern war noch deutlich als flache Scheibe der Zellwand anliegend wahrzunehmen«. Aehnliches beobachtete er im Mark, Gefäss- und Sclerenchymzellen: »Der Protoplasmaschlauch wird immer dünner und immer schwieriger durch Contractionsmittel von der Zellwand ablösbar; schliesslich sind nur noch ganz vereinzelte Reste des Protoplasmaschlauches und der Zellkern übrig, die der Innenseite der Zellwand fest anhaften: Die Substanz des Protoplasmaschlauches ist nach und nach zur Verdickung der Zellmembranen aufgebraucht worden«. Bei seinen Studien über das Membranwachsthum der Coniferenholzzellen verfolgte Strasburger[5]) die Vorgänge im Protoplasma. Er fand den grossen abgeflachten Zellkern dem Wandplasma der Cambiumzellen anliegend. Die

---

1) l. c. Vegetabil. Zelle pag. 41.

2) Crüger, Zur Entwicklungsgeschichte der Zellwand. Botan. Zeitung 1855. pag. 601 ff.

3) Dippel, Die Entstehung der wandständigen Plasmaströmchen. Abhandl. d. nat. Ges. zu Halle. Bd. X. 1867.

4) Schmitz, Untersuchungen über Structur des Protoplasmas und der Zellkerne der Pflanzenzellen. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde. 1880. pag. 10 u. 11, 32.

5) Strasburger, l. c. pag. 50 ff. und weiterhin pag. 79—81.

zahlreichen Microsomen des Wandplasmas nahmen mit zunehmenden Wachsthum der Wand ab und ordneten sich in aufsteigenden Schraubenlinien, die mit dem Streifensystem der Wand übereinstimmten. Später war der Protoplasmaschlauch nicht mehr deutlich zu sehen, wohl aber noch die der Wand anhaftenden Microsomen. Dann schwanden auch diese. Bei der Ausbildung des Torus der Tüpfel sammelte sich hier besonders viel Plasma an. Der Zellkern hielt sich am längsten in der Zelle, wurde blass und inhaltsarm, nahm oft zerlappte Formen an und zerfiel in einzelne Körnchen, »die aller Wahrscheinlichkeit nach sich nicht mehr an dem Aufbau der Wand betheiligen«. Zu ähnlichen Resultaten kam Strasburger auch bei der Untersuchung der Gefässe von Bryonia dioica und Impatiens glandulosa. Bezüglich der Perforation der Scheidewände sagt er: »Eine vollständige Resorption der Querwand erfolgt erst nach vollendeter Verdickung. Die Plasmakörper der Zellen verschmelzen nicht miteinander«. An ältern Stadien der mit schraubenförmigen Bändern versehenen Zellen der Sphagnumblätter fand er den Protoplasmaschlauch »nur noch in einzelnen Ueberresten, welche sicher nicht mehr zur Wandverdickung verbraucht werden, vielmehr desorganisieren. Der Zellkern ist noch vorhanden und schwindet ganz zuletzt, indem er zuvor meist zu einem kleinen glänzenden Gebilde zusammenschrumpft. Die Stellen der Zellwand, die durchlöchert werden sollen, markieren sich kurz vor Vollendung der Verdickung. Durchbrochen werden sie erst, während der Desorganisation des Plasmaschlauches; der Zellkern überdauert noch eine zeitlang deren Ausbildung«. Russow[1]), der den Bau der Hoftüpfel im ausgebildeten Holz untersuchte fand bei dieser Gelegenheit den Torus von Picea excelsa, Larix europaea und Pinus silvestris »von der Fläche betrachtet nicht homogen, sondern in 6 bis 10 polygonale Felderchen differenziert, ähnlich einer fein gegitterten Siebplatte.« »Ob diese Erscheinung mit der von Sanio a. a. O. pag. 84[2]) erwähnten identisch ist, möchte ich vorläufig dahingestellt sein lassen, denn es kommen Körnelungen und Punktierungen ausserdem auf der Schliesshaut vor, die von eingetrocknetem Plasma herrühren. Dann und wann habe ich ein zierliches Netzwerk eingetrockneter, zarter Plasmafäden auf den Schliesshäuten beobachtet, wodurch diese einer fein gegitterten Siebplatte äusserst ähnlich sehen; in letzterem Falle beschränkt sich die Netzzeichnung nicht auf den Torus, sondern erweitert sich meist über die ganze Schliesshaut«. Später[3]) sah

---

1) Russow, Zur Kenntniss des Holzes, in Sonderheit des Coniferenholzes. Bot. Centralblatt. Bd. XIII. 1883. Sep. pag. 17 ff.

2) l. c. Anatomie etc. Sanio sah dunkle Punkte, die den Platten ein siebartiges Aussehen gaben und hält es für möglich, dass hier den Siebplatten ähnliche Apparate vorliegen.

3) Russow, Ueber den Zusammenhang des Protoplasmakörper benachbarter Zellen. Sitzungsber. d. Dorp. nat. Ges. 1883. Sep. pag. 14 ff.

er, dass die Primordialtüpfel der Cambiumzellen von ziemlich dicken Plasmafäden durchsetzt sind. In den ausgebildeten Hoftüpfeln konnte er keine Verbindungen mehr nachweisen, er nimmt daher an, dass die Kanälchen mit der Zeit durch Zellhautsubstanz verstopft werden. Die von Pfurtscheller[1]) in den Markstrahlzellen, Gefässen, Tracheiden und Libriformfasern beobachtete Innenhaut hält Russow[2]) für die Reste der Protoplasmawandbelege und wies diese dann in den Tracheiden des Splintes der Eiche nach. In den Tracheiden von Pinus, Larix, Abies und Cedrus sah er häufig dieses zarte Häutchen, das zahlreiche Körnchen von der Grösse der Microsomen enthielt. Fischer[3]) fand in zahlreichen Spiralgefässen und Tüpfeltracheiden von Plantago Stärkekörner und zwar in den völlig ausgebildeten Organen der Blattstiele alter Blätter. Die Wandungen waren vollständig verholzt, die Querwände der Spiralgefässe perforirt; auch die Tracheiden zeigten häufig seitliche Perforation. Die Stärke trat auf mehrere Millimeter lange Strecken füllend oder in kleineren Nestern. Die stärkehaltigen Tracheiden lagen gewöhnlich in einer Längsreihe hintereinander; doch führte eine Reihe nicht durch den ganzen Blattstiel hindurch Stärke. Später gelang es Fischer überall da, wo er Amylum fand, auch Protoplasma nachzuweisen und zwar in den Tracheiden als Wandbeleg, oft mit Zellkernen oder als Netzwerk. In den Gefässen sah er das Plasma nur als Netz oder in Resten. Stärkebildner fand er nicht. Wenn er in den Blattstielen Stärke nicht nachweisen konnte, so fand er doch regelmässig Plasma. Schrenk[4]) sucht dieses Vorkommen durch Thyllen zu erklären, eine Annahme, die sicher unrichtig ist, und der auch Molisch[5]) entgegentritt. Die Entwicklungsgeschichte der »Tracheiden« von Yucca, Aloe, Dracaena, Dioscorea und Aletris wurde durch Kny[6]) bekannt. Diese entstehen durch Fusion der Querwände von Procambiumzellen. Die Protoplasmakörper verschmelzen mit einander und in der jungen »Tracheide« liegen dann mehrere Zellkerne. Die Längswände verdicken sich erst nach vollendeter Fusion der Querwände. Röseler[7]) glaubte, dass Knys Resultate unrichtig seien und suchte zu beweisen,

---

1) Pfurtscheller, Ueber die Innenhäute der Pflanzenzelle. Wien 1883.

2) Russow, Ueber die Auskleidung der Intercellularen. Sitzungsber. der Dorp. nat. Ges. 1884. Sep. pag. 10 ff.

3) Fischer, Ueber abnormes Vorkommen von Stärkekörnern in Gefässen. Bot. Zeit. 1885. — Neue Beobachtungen über Stärke in den Gefässen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. IV. Heft 2. 1886. pag. XCVII ff.

4) Schrenk, Ueber die Entstehung von Stärke in Gefässen. Bot. Zeit. 1887. pag. 152 u. 153.

5) Molisch, Zur Kenntniss der Thyllen nebst Beobachtungen über Wundheilung der Pflanze. Sitzungsber. d. Wien. Acad. Bd. 97. 1888. pag. 264 ff.

6) Kny, l. c.

7) Röseler, Anatomie und Entwicklungsgeschichte der secundären Gefässbündel bei Yucca etc. Dissert. Berlin 1888.

dass die erwähnten Tracheiden durch Auswachsen ihre endliche Länge erreichen. Dass ihm dies nicht gelungen ist zeigte Wieler[1]). Hedwig Lowén konnte Knys Resultate bestätigen, wie Wieler erwähnt. In den Blattgelenken von Malva verticellata fand Vöchting[2]) zahlreiche Tracheiden mit protoplasmatischem Inhalt und Chlorophyll. In einzelnen der scheinbar leeren Tracheiden war es durch contrahirende und färbende Mittel möglich ebenfalls Plasma nachzuweisen, Thyllen waren nicht vorhanden. Bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über den Gerbstoff erhielt Büsgen[3]) im Cambium von Silphium perfoliatum und verwandten Pflanzen deutliche Gerbstoffreactionen. Der Gerbstoff bleibt auch nach der Verholzung der Gefässmembranen noch eine Weile erhalten und schwindet mit dem lebenden Protoplasma, nachdem zuletzt der der Gefässwand angeschmiegte Plasmarest mit Kaliumdichromat noch eine deutliche Reaction gegeben hatte. Es ist fraglich, ob der Gerbstoff auswandert oder an Ort und Stelle verbraucht wird. In einer jüngst erschienen Arbeit behandelt Kienitz-Gerloff[4]) die Plasmaverbindungen benachbarter Zellen. Einmal sah er, dass auch ein junges Spiralgefäss von Evonymus mit dem benachbarten Parenchym durch Plasmafäden verbunden war und ist der Meinung, dass nach Ausbildung des Gefässes das Plasma auf dem Wege der Plasmafäden auswandern kann.

Aus dieser Zusammenstellung der Litteratur geht hervor, dass nur wenige Fälle bekannt geworden sind, in denen ein ungewöhnlich langes Verweilen vom Plasma in ausgebildeten Gefässen und Tracheiden vorkommt. Es sei mir gestattet noch einige Untersuchungen zu erwähnen, die als Resultat des Erhaltenbleiben des Plasmas in Dauergeweben ergaben. Diese Vorkommnisse dürften als Analoga für das Vorkommen von Plasma in Tracheen gelten.

Dass die echten Holzzellen von Berberis vulgaris und Sambucus nigra im Winter Stärke führen, sah zuerst Sanio[5]). Strasburger[6]) unterwarf diese Pflanzen einer erneuten Untersuchung und konnte in allen den stärkeführenden Zellen einen Zellkern nachweisen, was ihm um so wunderbarer erscheint, als sonst die Holzzellen schon in der Nähe des Cambiums Plasma und Kern verlieren. In den ausgebildeten Bastzellen von Pelar-

---

1) Wieler, Ref. Bot. Zeitung. 1889. pag. 701 ff.

2) Vöchting, Ueber die Lichtstellung der Laubblätter. Bot. Zeit. 1888. pg. 509 ff.

3) Büsgen, Beobachtungen über das Verhalten des Gerbstoffs in den Pflanzen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXIV. N. F. XVII. pag. 42.

4) Kienitz-Gerloff, Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebeelementen in der Pflanze. Bot. Zeit. 1891. Heft 1—5.

5) Sanio, Untersuchungen über die im Winter Stärke führenden Zellen des Holzkörpers dicotyler Holzgewächse. 1858. pag. 12.

6) Strasburger, l. c. pag. 243.

gonium gibbosum fand Haberlandt[1]) intakte Plasmakörper mit Zellkern und Nucleolus. Bei Andern war das Plasma abgestorben und in unregelmässige Partieen zerfallen oder in ähnlicher Weise erhalten wie bei Pelargonium, so bei Geranium und Tradescantia. Die Bastzellen von Nerium Oleander können nach Krabbe[2]) bis zum 12. Jahre und länger lebend bleiben. An den jungen Korkzellen von Evonymus alatus erhielt Koeppen[3]) mit Glycerin noch deutliche Plasmolyse; bei stärkerer Verkorkung zog sich der Plasmaschlauch nur noch von der inneren Wand zurück. Noch ältere Korkzellen gaben keine Plasmolyse mehr. Bei Platanus occidentalis zeigte die innere Tangentialwand der jungen Korkzelle eine starken Cellulosebelag, der sich allmählig verdickt, aber Poren frei lässt, durch die eine Nahrungszufuhr von statten gehen kann. In den Fällen, wo Koeppen Plasmolyse nicht mehr erhielt, musste die Zelle doch noch lebendes Plasma enthalten, da er bewies, dass noch Wachsthum dieser Korkzellen statthat[4]).

II. Specieller Theil.

Die Untersuchungsmethoden.

Um die bei den Voruntersuchungen zu lösende Frage, ob Wandverdickung und Verholzung Hand in Hand gehen, in Angriff zu nehmen, war es nöthig ein brauchbares Holzreagens zu wählen. Ich verwandte Phloroglucin-Salzsäure; mit diesem kennzeichnen sich die Grade der Verholzung durch verschiedene Farbentöne, man kann also ziemlich sicher entscheiden, ob im speciellen Falle die Verholzung beendet ist oder nicht.

Zum Nachweise von Plasma wurden die Schnitte mit Methylgrünessigsäure oder bei der Herstellung von Dauerpräparaten mit Borax-Carmin oder Eosin gefärbt. Es stellte sich aber bald heraus, dass hierbei dünne Wandbelege übersehen werden können und dass sich namentlich nicht feststellen lässt, ob das Plasma lebend oder todt ist. Um nun lebendes Plasma vom todtem unterscheiden zu können, wurden die Schnitte mit fünfprocentiger Salpeterlösung behandelt. Es ergab sich ferner der Uebelstand, dass bei der Herstellung der Schnitte viele Zellen verletzt und deren Plasma getödtet wurde, ehe ich mittels Plasmolyse den Nachweis des Lebendigseins führen konnte. Um dies zu vermeiden nahm ich das Plas-

---

1) Haberlandt, Die Entwickelung des mechanischen Gewebesystems. Leipzig 1879. pag. 54.

2) Krabbe, Ein Beitrag zur Kenntniss der Structur und des Wachsthums vegetab. Zellhäute. Pringsheim's Jahrb. Bd. 18. pag. 381.

3) Koeppen, Ueber das Verhalten der Rinde unserer Laubbäume während der Thätigkeit des Verdickungsringes. Nova Acta Leop. Bd. LIII. 1889. pag. 476 ff.

4) Nachdem diese Arbeit abgeschlossen war, erschien: Strasburger, Ueber den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891. — Strasburger sagt darin pag. 469, dass, soweit seine Erfahrungen reichen, alle Gefässe und Tracheiden im fertigen Zustande todt und plasmaleer sind.

molisieren vor der Herstellung der Schnitte und zwar durch Injection unter der Wasserluftpumpe vor. Die Salpeterlösung drang dabei auch in die innersten Gewebe der Pflanzentheile ein. Zur Fixirung des contrahirten Plasmas wurde nach einiger Zeit eine verdünnte Pikrinsäurelösung zugesetzt. Plasmolysierte Pflanzentheile eignen sich in Folge des mangelnden Turgors nicht zur Anfertigung von Dünnschnitten. Ich wollte sie deshalb vor dem Schneiden in Paraffin einbetten und hatte sie zu dem Zweck aus Alcohol in Nelkenöl gebracht. In diesem gewannen die Pflanzentheile ein bernsteinartiges Aussehen und eine derartige Consistenz, dass ich mich versucht fühlte diese Stücke ohne sie einzubetten zu schneiden. Der Versuch ergab, dass mit Nelkenöl durchtränkte Pflanzentheile sich ganz vorzüglich zur Herstellung feiner Schnitte eignen. Nur die Knoten von Gräsern lassen sich nicht in dieser Weise zerlegen, da sie im Nelkenöl eine hornartige Beschaffenheit erhalten. Es ergab sich so für die Herstellung der Präparate ein bestimmter Gang, den ich immer angewendet habe. Derselbe ist folgender:

Die Pflanze wurde in grössere Stücke zerlegt, und diese unter der Luftpumpe mit fünfprocentiger Salpeterlösung behandelt; wenn die Luft aus den Intercellularen verdrängt war, wurde verdünnte Pikrinsäurelösung zugesetzt. In dieser Mischung verweilten die Abschnitte ca. eine Stunde. Nach dem Auswaschen mit Wasser und verdünntem Alcohol brachte ich sie in absoluten Alcohol, in dem sie gewöhnlich zwölf Stunden liegen blieben. Werden sie früher heraus genommen, so wird das Wasser oft nicht vollständig verdrängt, und die Stücke schrumpfen dann im Nelkenöl. In diesem liess ich sie liegen, bis sie das bernsteinartige Aussehen gewonnen hatten. Da der Siedepunkt des Alcohols bedeutend niedriger liegt als der des Nelkenöls, so kann man unter der Luftpumpe die Ersetzung des Alcohols durch Nelkenöl beschleunigen. Nun wurden radiale Längsschnitte hergestellt, und zwar nicht zu dünne, um unverletzte Tracheen zu erhalten; sogar ziemlich dicke Schnitte konnten verwendet werden, da Nelkenöl und Canadabalsam dieselben ja bedeutend aufhellen. Zur Entfernung des Nelkenöls und der Pikrinsäure wurde mit Alcohol und Wasser ausgewaschen und schliesslich mit Borax-Carmin oder Eosin gefärbt. Nach Uebertragung in Alcohol und Nelkenöl habe ich dann die Präparate in Canadabalsam eingebettet. Mit dieser Methode erhielt ich stets gute Resultate.

Um bei Milchsaft führenden Pflanzen ein Eindringen des Milchsaftes im Augenblick des Schneidens in die verdünnte Luft führenden Gefässe zu vermeiden und somit vor Irrthümern geschützt zu sein, habe ich die Stengeltheile mit einem Doppelmesser aus der lebenden Pflanze herausgenommen; da nun der Luftdruck an beiden Enden der Gefässe wirkt, so findet ein Austreten und Einsaugen von Milchsaft in die Gefässe nicht statt.

Wandverdickung und Verholzung.

Die Ausbildung der Gefässwand erreicht ihre Vollendung mit beendeter Verholzung. Aus den in der Einleitung erörterten Gründen war es nöthig festzustellen, ob die Beendigung der Wandverdickung und die der Verholzung zusammen fallen. Es ergab sich immer das gleiche Resultat und es ist daher überflüssig, auf die einzelnen Fälle einzugehen. Am übersichtlichsten ist das mikroskopische Bild bei Coniferen. Hier kann man zur Zeit des lebhaften Dickenwachsthums vom Cambium ausgehend alle Entwicklungsstadien der Tracheidenwände neben einander sehen. Beim ersten Auftreten der Wandverdickung ist beim Zusatz von Phloroglucin und Salzsäure noch keine Holzreaction sichtbar. Der Anfang der Wandverdickung und der Anfang der Verholzung fallen also nicht zusammen. Die folgende Tracheide giebt schon eine schwache Reaction und so fort, bis die sichtbar stärkte Verdickung auch die intensiveste Rothfärbung zeigte. Die Beendigung beider Vorgänge scheint also zusammenzufallen. Da ich bei allen untersuchten Pflanzen dieses Resultat erhielt, so bin ich berechtigt die Tracheenwand, die die sichtbar grösste Verdickung zeigt, als ausgebildet zu betrachten, ohne in jedem speciellen Falle durch ein Holzreagens die Vollendung der Verholzung nachgewiesen zu haben. Jedoch muss ich zugeben, dass die Verholzung noch nicht ihr Ende erreicht zu haben braucht, wenn mit Phloroglucin keine weitere Farbenänderung eintritt. Wesentlich aber werden etwa noch vor sich gehende Veränderungen nicht mehr sein, und ich darf daher die Vollendung der Wandverdickung als Marke benutzen.

Zu einem scheinbar abweichenden Resultat kommt Sanio[1]) bei Pinus silvestris. Er fand, dass stets mehrere hintereinanderliegende Zellen unverholzte Wandungen zeigen, und dass die Verdickung eine ziemlich bedeutende wird, ehe ihre Verholzung eintritt. Dagegen sah er, dass die Verholzung der primären Membran eintritt, bald nachdem sich die ersten Verdickungsschichten zeigen. Auf diesen Unterschied zwischen primärer und secundärer Membran habe ich hier nicht geachtet. So erklärt es sich, dass nach meinen Untersuchungen die Zellen schon kurz nach Beginn der Wandverdickung Holzreaction geben.

Die Perforation der Scheidewände der Gefässzellen.

Die Wandverdickung lässt sich nicht in allen Fällen als Marke benutzen, dann nämlich nicht, wenn nicht auf einem Schnitte mehrere gleichgestaltete Gefässe in verschiedenen Entwicklungsstadien zu sehen sind. Man wird dann nicht feststellen können, ob die Verdickung der Zellwand beendet ist. Wenn jedoch, wie zu vermuthen war, die Fusion der Scheidewände erst nach vollendeten Ausbildung der Gefässwand erfolgt, dann

---

1) Sanio, l. c. Anatomie etc. pag. 63 ff.

darf man annehmen, dass überall da, wo man Fusion beobachtet, die Ausbildung der Wandverdickung beendet ist.

Für den Zeitpunkt des Eintritts der Fusion sind drei Fälle denkbar: Die Perforation erfolgt erstens, ehe die Zellwand sich zu verdicken beginnt, zweitens während des Dickenwachsthums der Wand und drittens nach Beendigung dieses Vorganges. Der erste Fall wurde, wie erwähnt, von Kny bei baumartigen Liliaceen nachgewiesen. Der zweite Fall ist bisher noch nicht beobachtet worden. Der dritte Fall ist der häufigste; ich konnte denselben bei allen von mir untersuchten Gefässpflanzen constatiren. Es wird dabei nicht die ganze Querwand gelöst, sondern nur ein oder mehrere, verschieden gestaltete Tüpfel, während der verholzte Theil erhalten bleibt. Ueber die verschiedenartigen Formen der Tüpfel auf den Querwänden und über die Lage der Querwände sind schon längst von Mohl[1]) und Sanio[2]) Untersuchungen angestellt worden.

Nach dem Vorhandensein oder der Abwesenheit der Perforation an der ausgebildeten Trachee unterscheidet man bekanntlich zwei Arten derselben, Gefässe und Tracheiden. De Bary[3]) bezeichnet als Tracheiden Tracheen, deren Wand, welches auch ihre Struktur sein mag, eine überall geschlossene Membran ist. Ist die Trachee durch Zellfusion entstanden, so nennt er sie Gefäss. Diese strenge Scheidung in Gefäss und Tracheide kann heutzutage nicht mehr eingehalten werden, da es sich gezeigt hat, dass bisher Tracheiden genannte Organe durch Zellverschmelzung[4]) entstanden sein können, und dass Zellen, die im übrigen Grösse und Gestalt der Tracheiden besitzen, eine seitliche Perforation haben können, wie bei Cephaëlis Ipecacuanha[5]). Beide Vorkommnisse müssten also zu den Gefässen gerechnet werden. Die Spiralgefässe von Plantago major werden von Zellreihen begleitet, die man allgemein als Tracheiden bezeichnete. Fischer[6]) konnte bei einigen derselben seitliche Perforation nachweisen. Als ich mit Hülfe der Wasserluftpumpe flüssige Cacaobutter, die mit Alkannaextract roth gefärbt war, durch die Blattstiele saugte, zeigte es sich, dass die Tracheiden ebenso Cacaobutter aufzunehmen vermochten, wie die Gefässe. Es müssen also wohl Perforationen der Tracheidenwände vorhanden sein. Später fand ich dann derartige Tüpfeltracheen, bei denen Fusion der Querwände erfolgt war (Taf. XI, Fig. 11).

Unter den Tracheiden der Luftwurzelhüllen von Orchideen[7]) finden sich auch solche, die Perforationen zeigen. Nach De Bary[1]) kommen im secundären Holz von Leguminosen Uebergänge zwischen Gefässen und Tracheiden vor, indem bei sonst völlig gleichen Eigenschaften der Organe, die Löcher das eine Mal fehlen, das andre Mal vorhanden sind. Für zahlreiche Pflanzen weist Sanio[2]) das Vorkommen von Uebergängen zwischen Gefässen und Tracheiden nach. So finden sich bei Papilionaceen, Moreen und andern Tracheiden, die mit den Gefässen in Länge, Form und Verdickung übereinstimmen, aber einen kleinern Querdurchmesser besitzen. Sie gehen dadurch in Gefässe über, dass sie manchmal an einem Ende durchbohrt sind. Bei andern Pflanzen, wie Ligustrum vulgare und Syringa vulgaris liegen nach Sanio zwischen dem Libriform des Herbstholzes faserförmige Tracheiden, von denen einige sich der Gefässform nähern und dann an einem Ende ein kleines Loch zeigen. Bei Casuarina und Eleagneen sah Sanio Tracheiden, die ganz die Form langer Faserzellen annehmen, aber zuweilen an einem Ende perforiert sind. Wie Koch[3]) nachwies bleiben die Querwände der Gefässe im Stengel von Cuscuta erhalten. Hier müssen die einzelnen Gefässglieder also eigentlich als Tracheiden bezeichnet werden. In den Rhizomen von Pteris aquilina und Athyrium filix femina sind, wie Russow[4]) angiebt, Zellfusionen vorhanden, während die übrigen Farnkräuter, so weit die Untersuchungen reichen, nur Tracheiden besitzen sollen. Die Gefässe von Pteris und Athyrium sind aber den Tracheiden sonst gleich gestaltet.

---

[1]) v. Mohl, Vermischte Schriften.

[2]) Sanio, Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Bot. Zeit. 1863. pag. 122 ff.

[3]) De Bary, l. c. pag. 172.

[4]) Kny, l. c.

[5]) Möller, Lehrb. d. Pharmacognosie. pag. 450.

[6]) Fischer, l. c.

[7]) Mohl, Verm. Schriften. pag. 322. — De Bary, Anatomie pag. 240.

Alle die angeführten Fälle zeigen, dass der Unterschied zwischen den beiden Formen der Trachee kein durchgreifender ist. Es scheinen hier dieselben Organe in verschiedenen Entwicklungsstufen vorzuliegen, zumal ihre physiologische Bedeutung dieselbe zu sein scheint. Man darf wohl annehmen, dass die Gefässe gleichsam weiter entwickelte Tracheiden sind, und dass diese Weiterentwicklung mit Functionen, die uns noch unbekannt sind, im Zusammenhang steht.

Ich habe diese Zusammenstellung der beobachteten Uebergänge zwischen Gefässen und Tracheiden gegeben, um es zu rechtfertigen, dass ich im Folgenden die Untersuchungen über diese beiden Elemente nicht von einander getrennt habe.

Wann schwindet das Protoplasma aus den Gefässen und Tracheiden?

Das Verschwinden des Plasmas aus den Tracheen geht bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden schnell vor sich. Während bei der einen

---

1) De Bary, l. c. pag. 172.

2) Sanio, Elementarorgane etc. pag. 117.

3) Koch, Untersuchungen über die Entwicklung der Cuscuteen. Hanstein, Bot. Abhandlungen. Bd. II. Heft III. pag. 62 u. 63.

4) Russow, Vergleichende Untersuchungen betreffend die Histologie der Leitbündelcryptogamen. St. Petersburg 1872. pag. 103.

Pflanze bald nach der Ausbildung der Wandverdickung sich die Trachee entleert, führt diese bei einer Andern stets Plasma. Zwischen diesen beiden Extremen kommen zahlreiche Uebergänge vor. Ich würde danach die untersuchten Pflanzen in eine fortlaufende Reihe ordnen können, wenn sich in jeder Pflanze alle Tracheen gleich verhielten. Das ist aber keineswegs der Fall. Einmal verhalten sich namentlich die primären und secundären Tracheen einer Pflanze sehr verschieden bezüglich des Schwindens des lebenden Inhalts, sodann zeigen sonst anscheinend gleichwerthige Tracheen ein verschiedenes Verhalten, schliesslich kann auch eine Verschiedenheit stattfinden zwischen den Tracheen der Wurzel, des hypocotylen Gliedes und der epicotylen Organe. Es wird sonach vorkommen, dass ich ein und dieselbe Pflanze bei mehreren der verschiedenen Gruppen, die ich aufstelle, erwähnen muss. Um dabei Wiederholungen zu vermeiden, stelle ich das Ergebniss der Untersuchungen voran. Der Uebersichtlickeit wegen ordne ich die untersuchten Pflanzen nach dem natürlichen System.

Anfangs sollten sich die Untersuchungen auf alle Pflanzentheile erstrecken; es zeigte sich aber bald, dass die Tracheen der Laub- und Blüthenblätter, sowie der Fructificationsorgane sich wegen ihres oft engen Lumens nicht zur Untersuchung eigneten. Täuschungen würden dabei nicht ausgeschlossen sein. Ich beschränke mich daher hier auf die Wiedergabe der Resultate, die ich bei Wurzeln, Rhizomen, hypocotylen Gliedern, epicotylen Stammtheilen und Blattstielen erhielt.

Die Pflanzen sind, wenn nichts Anders bemerkt ist dem botanischen Garten in Leipzig entnommen. Die Datumsangaben beziehen sich auf den Tag, an dem die Pflanzen geschnitten wurden.

Filices.

Aspidium alpestre Mett.

22. 5. 90. Der untersuchte Wedel ist zum grössten Theile ausgewachsen, wie durch Wachsthumsmarken festgestellt worden war. Der oberste Theil ist noch in Streckung begriffen, die Spitze des Wedels noch umgebogen. Im ausgewachsenen Theile sind die Tracheidenwände der Wedelaxe völlig verdickt und verholzt. In den meisten der Spiral-, Netz- und Treppentracheiden konnte ich Plasma [1]) nachweisen. Einige enge Spiraltracheiden sind sicher leer. In dem oberen noch in Streckung befindlichen Wedeltheile führen alle Tracheiden Plasma.

Aspidium filix mas Sow. var. cristatum.

22. 5. 90. Der Wedel ist ausgewachsen. Es wurden Präparate aus allen Theilen der Axe hergestellt. Die Tracheiden sind sämmtlich verholzt. Frei von Plasma sind die Spiraltracheiden und ein Theil der weiten Netz- und

---

1) Wenn nichts Anderes angegeben, so ist unter Plasma stets lebendes Plasma zu verstehen, das sich beim Behandeln mit Salpeterlösung noch sichtbar contrahirt hat.

Treppentracheiden. Von letzteren beiden zeigen einzelne dünne Plasmahäutchen, andere führen reichlich Plasma (Taf. XI, Fig. 1 u. 2). Ebenso sind die meisten der engeren Tracheiden reich an Plasma.

Von beiden Formen untersuchte ich dann am ersten November geschnittene Wedel derselben Exemplare. In diesen enthalten nur wenige Tracheiden lebenden Inhalt, einzelne auch nur plasmatische Reste oder den der Wand anliegenden Zellkern.

Coniferae.

Taxus baccata L.

12. 6. 90. Vierjähriger Ast. Vom vierten Jahresringe sind erst zwei bis drei[1]) Tracheidenreihen entwickelt, die alle noch Plasma führen. Im Herbstholz des zweiten Jahresringes finden sich immer einige Tracheiden, die Plasmareste der Wand anhaftend enthalten; nie aber sah ich einen zusammenhängenden Plasmaschlauch.

Gingko biloba L.

12. 6. 90. Siebenjähriger Ast. Das Frühlingsholz des zweiten Jahresringes zeigt mehrere Tracheidenreihen, die reichlich Plasma führen (Taf. XI, Fig. 3). Dagegen sind alle jüngeren Tracheiden bis auf zwei oder drei des jüngsten Zuwachses leer.

1. 7. 90. Einige von den Spiraltracheiden eines einjährigen Astes enthalten noch Plasma, während schon vier bis fünf Tüpfeltracheiden gebildet sind.

Sequoia sempervirens End.

12. 6. 90. Nur die jüngsten Tracheiden und das zahlreiche Holzparenchym enthalten lebenden Inhalt.

Picea alba Lam.

12. 6. 90. Aelterer Zweig. Von den zehn bis zwölf Tracheiden des Jungholzes enthalten vier bis fünf Plasma. Die jüngste der Letzteren zeigt noch die Primordialtüpfel, die ältern bilden allmählich die Hoftüpfel aus, die älteste enthält nur wenig Protoplasma.

Picea excelsa Lam.

2. 5. 90. 1. Mehrjähriger Ast. Von den Tracheiden des jüngsten Jahresringes führen immer nur die Hälfte Plasma. So sind von elf Frühlingstracheiden die sechs jüngsten noch plasmahaltig. Alle zeigen schon deutliche Tüpfel, bei den vier ältesten ist die Wandverdickung vollendet. In einem andern Falle enthalten von vierzehn Frühlingstracheiden sieben Plasma und sechs von diesen zeigen deutliche Tüpfel.

---

1) Es wurden nur radiale Längsschnitte der Hölzer untersucht. Die Angaben, wie viel Tracheiden oder Gefässe entwickelt sind oder Plasma führen, beziehen sich daher immer auf die hintereinander liegenden Elemente einer Radialreihe.

16.10.90. 2. Siebzigjähriger Stamm aus dem Voigtlande. Alle Tracheiden, auch die des jüngsten Ringes, sind frei von Plasma. Die Bildung des Herbstholzes ist abgeschlossen.

3. Im Frühjahr vor beginnendem Dickenwachsthum geschnitten. Stammholz eines jungen Baumes. In mehreren Tracheiden des letzten Herbstholzes fand ich Plasma. Da das Stammstück trocken aufbewahrt worden war, liess sich nicht entscheiden ob das Plasma zur Zeit des Schneidens lebend war. Auch die Tüpfel des letzten Rings enthalten plasmatische Reste.

Pinus silvestris L.

16. 10. 90. Achtzigjähriger Stamm aus dem Voigtlande. Die untersuchten Tracheiden entstammen einer Scheibe, die direkt über dem Boden geschnitten war. Von den fünfzig Tracheiden des jüngsten Ringes enthalten die letzten Siebzehn lebendes Plasma (Taf. XI, Fig. 4). Weiterhin führen bis zur zehnten Frühlingstracheide einzelne lebenden Inhalt. Zahlreiche Tüpfel der sonst plasmafreien Tracheiden, auch derjenigen mehrerer vorhergehenden Ringe sind mit plasmatischen Massen bedeckt. Das Dickenwachsthum dieses Stammes scheint zur Zeit des Schneidens noch nicht abgeschlossen gewesen zu sein; wenigstens zeigen die letzten fünfzehn Herbstholztracheiden noch nicht dieselbe starke Wandverdickung wie die Vorhergehenden.

Pinus pinea L.

9. 7. 90. In Töpfen gezogene Keimpflanzen, bei denen die Kotyledonen ausgebreitet waren und die weitere Entwicklung der Achse begonnen hatte. Es wurden die dickeren Theile der Wurzel und das hypokotyle Glied untersucht.

Wurzel: Von den Spiraltracheiden enthalten einzelne Plasma. Verschiedene der zehn ausgebildeten secundären Tracheiden, die sowohl auf der radialen als auch auf der tangentialen Wand Hoftüpfel zeigen, führen ebenfalls Plasma, in der Weise, dass jüngere Tracheiden schon leer sind, während ältere noch lebenden Inhalt besitzen. Hier muss ich auf ein eigenthümliches Vorkommniss aufmerksam machen, das bisher meines Wissens noch nicht beobachtet wurde. Neben den primären Netz- und Spiraltracheiden finden sich typische Tüpfelgefässe. Bei den Coniferen sind bisher keine Tüpfelgefässe beobachtet worden.

Hypokotyles Glied: Durch äquidistante Tuschmarken wurde festgestellt, dass der obere Theil des Gliedes noch in Streckung befindlich war. Es wurde in drei Stücke zerlegt, von denen die beiden Unteren dem ausgewachsenen Theile entsprachen. Im unteren ausgewachsenen Theil sind die primären Netz- und Spiraltracheiden leer; Tüpfelgefässe fehlen hier. Dagegen folgt auf die primären Tracheiden häufig eine solche mit zweireihigen, alternierend gestellten einfachen Tüpfeln. Die folgenden secundären Tracheiden zeigen dieselbe Tüpfelung, wie die der Wurzeln. Einzelne führen Plasma. Im oberen ausgewachsenen Theile enthalten sowohl einige primäre Netz- und Spiraltracheiden, als auch die folgende Tracheide mit einfachen Tüpfeln und die Hoftüpfeltracheiden noch Protoplasma.

Streckungszone: Die meisten primären und die wenigen Hoftüpfeltracheiden führen noch lebenden Inhalt.

Pinus laricio Poir.

12. 6. 90. Dreijähriger Ast. Von den neben dem Cambium liegenden ausgebildeten Tracheidenreihen enthalten drei bis vier Plasma, ebenso einzelne der übrigen Tracheiden bis zur Grenze des nächsten Ringes. In einem Falle sind die acht jüngsten ausgebildeten Tracheiden lebend. Von den Frühlingstracheiden des zweiten Ringes zeigen ebenfalls einige Plasma.

Abies alba Mill.

16. 10. 90. Fünfundneunzigjähriger Stamm aus dem Voigtlande. Die Herbstholzbildung ist abgeschlossen. Die acht Tracheiden auf dem Radialschnitt durch den jüngsten Ring sind frei von Plasma. Nur auf einzelnen Hoftüpfeln dieses und einiger älteren Ringe finden sich plasmatische Reste.

Larix europaea D. C.

August 1889. Holz eines älteren Stammes. Letzter Jahresring: Es sind 160 Tracheiden gebildet. Die letzten 25 derselben enthalten alle reichlich Plasma, dann nimmt dasselbe ab, bis nur noch auf den Tüpfeln Plasma vorhanden ist. In der Mitte des Ringes treten wieder zehn bis zwölf Tracheidenreihen mit lebendem Inhalt auf (Taf. XI, Fig. 5, 6). Vorletzter Ring: In einigen Frühlingstracheiden finden sich lebende Protoplasmakörper, in den übrigen aber nur Reste von Plasma; namentlich sind die Hoftüpfel dicht damit bedeckt. Gegen das Herbstholz hin werden die Plasmareste geringer und fehlen endlich ganz, bis sich in einigen der letzten Tracheiden wieder zusammenhängende Plasmakörper zeigen. Drittletzter Ring: Die Tüpfel der mittleren Tracheidenreihen und zum Theil auch die der Frühlingstracheiden sind mit Plasma bedeckt.

16. 10. 90. Neunzigjähriger Stamm aus dem Erzgebirge. Von den 25 Tracheidenreihen, die auf Radialschnitten durch den jüngsten Ring zu sehen sind, enthalten die letzten sechs lebendes Plasma. Nur auf einigen Schnitten waren alle oder fast alle Tracheiden leer. Zahlreiche Tüpfel, namentlich die der Frühlingstracheiden sind mit Plasmaresten bedeckt. Bis zum elften Ringe, vom Cambium an gerechnet, habe ich derartige Reste verfolgt.

17. 5. 90. Fünfjähriger Ast. 1. Von acht Tracheiden des Jungholzes sind zwei leer. Die fünf ältesten der plasmahaltigen Tracheiden zeigen ausgebildete Hoftüpfel. Im folgenden Jahresringe führen mehrere zerstreut liegende und acht aufeinander folgende Tracheiden in der Mitte des Ringes Plasma (Taf. XI, Fig. 7).

2. In allen fünf Tracheiden des Jungholzes, in drei des vorhergehenden Ringes und in einer des drittletzten Ringes findet sich lebendes Plasma.

3. Es enthalten Plasma die sieben Tracheiden des Jungholzes, fünf in der Mitte des vorhergehenden Ringes und einzelne des zweiten Jahresringes.

4. Von sieben Jungholztracheiden ist die älteste leer. Im dritten Ringe führen einzelne Tracheiden Protoplasma.

15. 6. 90. Wald bei Leipzig. 1. Fünfjähriger Ast. Von neunzehn Tracheiden des Jungholzes besitzen fünf viel Plasma, bei den vorhergehenden nimmt der Gehalt an Plasma ab, bis schliesslich auch die Tüpfel frei sind. In der zweiten Frühlingstracheide findet sich wieder reichlich Plasma. In älteren Ringen führt nur das die Harzkanäle umgebende Parenchym, sowie die aus Parenchym bestehende letzte Reihe des Herbstholzes lebenden Inhalt.

2. Sechsjähriger Ast. Von zehn ausgebildeten Tracheiden des Jungholzes führen drei Plasma; bei den übrigen ist nur auf den Tüpfeln Plasma zu finden, den ersten fehlt es ganz. Im vorhergehenden Ringe zeigen ausser dem Parenchym mehrere Herbstholztracheiden und eine Tracheide aus der Mitte des Ringes lebendes Plasma; auch die meisten Tüpfel der übrigen Tracheiden zeigen Plasmareste. Die älteren Ringe sind leer.

23. 9. 90. Sechzehnjähriger Ast eines älteren Stammes aus dem Erzgebirge. An den verschiedenen Seiten des letzten Ringes enthalten die Radialreihen vier bis acht Tracheiden. Das Dickenwachsthum erscheint abgeschlossen. Nur einzelne dieser Tracheiden führen Plasma. Dagegen sind auf den Tüpfeln der meisten Tracheiden dieses und der hervorgehenden Ringe Plasmareste zu finden.

An einem zehnjährigen Aste von einem Baume desselben Standortes sind auf den verschiedenen radialen Längsschnitten durch den jüngsten Ring sechs bis dreizehn Tracheiden gebildet. Die Herbstholztracheiden, sowie einzelne des Frühjahrsholzes und des vorletzten Ringes enthalten Plasma. Auch zahlreiche Tüpfel sind wieder mit Plasma bedeckt.

Cedrus Deodara Loud.

11. 7. 90. Die letzten sechs Tracheiden des Jungholzes eines mehrjährigen Astes führen Plasma. Alle älteren Tracheiden sind leer.

Araucaria Cunninghami Ait.

11. 7. 90. Astholz. Die Tracheiden sind bis auf die letzten fünf des Jungholzes leer.

Dammara alba Rumph.

11. 7. 90. Astholz. Nur die vier jüngsten Tracheiden führen Plasma. In den älteren Theilen ist nur das Holzparenchym plasmahaltig.

Typhaceae.

Typha latifolia L.

19. 6. 90. In einem ausgebildeten Treppengefäss des Rhizoms fanden sich plasmatische Reste.

Gramineae.

Hordeum vulgare L.

26. 6. 90. Von den zahlreichen Tracheiden, die im Knoten sich an die Gefässe ansetzen führen viele Plasma, während andre leer sind. Eine bestimmte Vertheilung der plasmahaltigen Tracheiden konnte ich nicht wahrnehmen. Die Gefässe sind leer. Die Knoten waren Stengeltheilen entnommen, bei denen die Streckung der Internodien beendet war (Taf. XI, Fig. 8).

Secale cereale L.

20. 6. 90. In den Knoten ausgewachsener Internodien finden sich zahlreiche Tracheiden mit lebendem Protoplasma.

Triticum vulgare Vill.

20. 7. 90. Die mikroskopische Untersuchung ergab dasselbe Resultat, wie bei Secale und Hordeum.

Cupuliferae.

Corylus tubulosa Lam.

25. 4. 90. Einjähriger Zweig: Das neben dem Cambium liegende Gefäss enthält reichlich Plasma, die Wandverdickung ist noch wenig entwickelt, die Querwand noch nicht durchbrochen.

Das vorhergehende Gefäss zeigt bei ausgebildeter Wandverdickung und Fusion der Querwand Plasmakörper, die sich durch die Perforationen hindurch vereinigt haben. An einem andern Präparat findet sich Plasma in dem äussersten, noch keine Verdickung zeigenden Gefäss und den beiden vorhergehenden Spiralgefässen mit Perforation und ausgebildeter Wandverdickung.

Aelterer Zweig: Die beiden jüngsten, völlig ausgebildeten Tüpfelgefässe führen Plasma. Auf einem andern Schnitt sind im jüngsten ausgebildeten Tüpfelgefäss die Plasmakörper zu einem langen Strange verschmolzen.

Corylus laciniata.

25. 4. 90. Von den Spiralgefässen eines jüngsten Zweiges führen einzelne Plasma.

Juglandaceae.

Juglans regia L.

Zweijähriger Ast, der vor beginnendem Dickenwachsthum geschnitten wurde. Die Gefässe des ersten Jahresringes sind mit Thyllen verstopft. Die Leitergefässe beider Jahresringe zeigen stellenweise körnige Massen, die mit Jod gebräunt wurden und Farbstoffe speicherten, daher für plasmatische Reste anzusehen sind.

Salicaceae.

Salix fragilis L.

30. 4. 90. Von zahlreichen untersuchten älteren Zweigen führt immer nur das jüngste Gefäss Plasma.

Populus balsamifera L.

25. 4. 90. Zumeist ist nur im jüngsten Gefäss Plasma vorhanden, seltener im älteren, in einem Falle im drittletzten.

Tiliaceae.

Tilia alba W. et R.

28. 4. 90. Aelterer Zweig: 1. Neben dem Cambium liegt ein junges Gefäss, das reichlich Plasma enthält, aber noch keine Wandverdickung zeigt. Die darauf folgenden Herbstholzgefässe des vorhergehenden Ringes sind mit Holzgummi verstopft, aber nicht so die Frühlingsgefässe.

2. Die zwei radial hintereinander liegenden Gefässe haben beide noch geschlossene Scheidewände, das ältere zeigt ausgebildete Wandverdickung. Beide führen Plasma.

3. Es sind zwei Gefässe gebildet, von denen das jüngste noch nicht perforiert ist. Das ältere zeigte Fusion und einen langen Plasmastrang.

4. Das älteste Gefäss ist leer. Das jüngere ist ausgebildet, zeigt aber noch ein dünnes Plasmaband. Zwischen ihm und dem Cambium liegt Holzparenchym.

5. Vier junge Gefässe, von denen das jüngste erst schwach verdickt ist. Das folgende ist stärker verdickt, zeigt aber noch keine Fusion. Das nächste ist völlig ausgebildet, enthält nur noch wenig Plasma und das älteste ist leer.

6. Vier junge Gefässe, von denen die beiden ältesten leer sind. Das folgende zeigt ausgebildete Wandverdickung, aber noch keine Fusion und das jüngste ist unverdickt.

7. Vier Gefässe, von denen die beiden ältesten leer sind, die beiden jüngsten noch keine Wandverdickungen zeigen.

Jüngster Zweig: Die Ausbildung von Tüpfelgefässen hat noch nicht begonnen. Die gedehnten Spiralgefässe sind leer; von den nicht gedehnten mit vollendeter Wandverdickung und durchbrochener Querwand führen vier oder fünf Plasma.

Malvaceae.

Malva verticellata L.

20. 7. 90. Untersucht wurden die Blattgelenke ausgewachsener Blätter und die anliegenden Theile. Neben zahlreichen leeren Gefässen finden sich einzelne vollkommen ausgebildete Spiralgefässe mit durchbrochenen Querwänden und langen Plasmasträngen. Ich sah dieselben in den Gelenken, sowie in den anliegenden Theilen der Hauptachse und des Blattstiels.

In den Gelenken finden sich auch zahlreiche plasmahaltige Tracheiden, neben solchen, in denen ich kein Plasma nachweisen konnte. Die Tracheiden sind zum Theil in Reihen geordnet, so dass sie Gefässen gleichen, deren Zwischenwände nicht durchbohrt sind.

Sapindaceae.

Aesculus hippocastanum L.

28. 4. 90. Aelterer Zweig: 1. Neben dem Cambium liegen radial hinter einander drei Gefässe, von denen das älteste leer ist. Das folgende zeigt ausgebildete Wandverdickung, aber noch keine Fusion und das jüngste ist erst schwach verdickt.

2. Von vier Gefässen sind die beiden ältesten leer. Das nächste zeigt deutliche Wandverdickung, aber noch keine Perforation. Beim jüngsten ist noch keine Wandverdickung sichtbar.

3. Das jüngste Gefäss zeigt noch keine Wandverdickung. Das vorhergehende plasmaführende Gefäss zeigt durchbohrte Querwände. Die beiden ältesten Gefässe des Jungholzes sind leer.

4. Von den vier Gefässen sind drei leer. Das jüngste Gefäss führt noch Plasma; Fusion ist eingetreten.

5. Von fünf Gefässen enthalten die beiden jüngsten Plasma. Bei allen diesen Radialschnitten zeigten sich die vorjährigen Gefässe vielfach mit Gummi verstopft.

Jüngster Zweig: Ausser Spiralgefässen sind schon Tüpfelgefässe gebildet, von denen immer nur das jüngste mit lebendem Inhalt erfüllt ist.

Aquifoliaceae.

Ilex aquifolium L.

28. 4. 90. Die Hoftüpfeltracheiden des vorjährigen Ringes enthalten einen nicht contrahierbaren plasmatischen Wandbeleg.

Vitaceae.

Ampelopsis quinquefolia R. et Schult.

Dezember 1889. Untersucht wurden die fünf jüngsten ausgewachsenen Internodien einer Topfpflanze. Es fand sich stets nur in dem dem Cambium zunächstliegenden Gefäss Protoplasma und fehlte auch hier sehr oft.

Halorhagidaceae.

Myriophyllum Proserpinae Gill.

20. 5. 90. Aeltere Internodien: Die äussersten Spiralgefässe zeigen durchbrochene Querwände und führen Plasma. Desgleichen findet sich oft im Innern des axilen Bündels ein Spiralgefäss mit durchbrochenen Querwänden, das Plasma enthält. In den jüngeren ausgewachsenen Internodien sind zahlreiche wenig gedehnte Spiralgefässe mit Plasma vorhanden. Bei vielen konnte ich deutlich sehen, dass die Fusion eingetreten

war. Die weiter nach Innen liegenden weit gedehnten Spiral- und Ringgefässe sind alle leer.

Hippuris vulgaris L.

21. 5. 90. Die jüngsten Tüpfelgefässe eines ausgewachsenen Stengelinternodiums führen Plasma. Die Plasmakörper haben sich durch die durchbrochene Querwand hindurch vereinigt.

Rosaceae.

Prunus cerasus L.

30. 4. 90. In den mehrjährigen Zweigen führt immer nur das jüngste Gefäss Protoplasma.

Prunus Padus L.

2. 5. 90. Aelterer Zweig: Die jüngsten Gefässe enthalten Plasma. Jüngster Zweig: Es sind Spiralgefässe gebildet, von denen das äusserste lebenden Inhalt führt.

Papilionaceae.

Wistaria sinensis.

19. 5. 90. Untersucht wurde das Astholz. In den ausgewachsenen Internodien sind die Spiralgefässe leer; von den Tüpfelgefässen sind die zwei oder drei jüngsten mit Plasma erfüllt. In den wachsenden Internodien sind die Spiralgefässe von Plasma frei oder enthalten doch nur einzelne Reste, nie zusammenhängende Plasmaschläuche. Das Dickenwachsthum hat begonnen; es sind weite Tüpfelgefässe angelegt, bei denen noch keine Fusion eingetreten ist. Die Enfernung der Tüpfel auf den Gefässen der Streckungszone ist dieselbe, wie auf den Gefässen der ausgewachsenen Zone.

Vicia faba L.

Winter 1889. Topfkulturen. Wurzel: Untersucht wurden die nicht mehr in Streckung befindlichen Theile, bei denen das Dickenwachsthum begonnen hatte. Die primären Spiralgefässe sind lang gedehnt und frei von Plasma. An Tüpfelgefässen sind die meisten Entwicklungsstadien zu sehen: Junge Gefässe mit schwacher Wandverdickung; Tüpfelgefässe mit ausgebildeter Wandverdickung, aber ohne Fusion (Taf. XII, Fig. 1); Gefässe mit Fusion und dünnem Plasmahäutchen, das sich beim plasmolysieren nur noch stellenweise abhebt (Taf. XII, Fig. 4) und mit deformierten Kernen, aber ohne sichtbares Plasma. Die Kerne schwellen erst ausserordentlich stark auf und sinken nachher unregelmässig zusammen (Taf. XII, Fig. 3—7). Sodann finden sich sehr kurzgliedrige Gefässe mit Fusion und Plasma. Die Plasmakörper zeigen sich bei Vicia nach eingetretener Fusion nie vereinigt.

Erstes Internodium; ausgewachsene Exemplare: Die Tüpfelgefässe zeigen alle Entwicklungsstadien, wie in der Wurzel. Die Desorganisation der Zellkerne liess sich hier gut verfolgen; in einem Falle konnten dreizehn deformierte Kerne in einem Gefässe gezählt werden. Neben lebenden

Tüpfelgefässen finden sich auch Spiralgefässe mit Plasma und durchbrochenen Querwänden.

Zweites Internodium; ausgewachsene Exemplare: Die Tüpfelgefässe zeigen die bekannten Entwicklungsstadien (Taf. XII, Fig. 1 u. 2). In einem Falle fand ich direkt neben dem Cambium ein breites Spiralgefäss mit vollendeter Verdickung und Protoplasma. An dieses schloss sich in der Verlängerung ein Tüpfelgefäss mit Fusion und Plasma an. Die übrigen Spiralgefässe sind leer.

Drittes Internodium; wachsende Zone: Die äussersten Spiralgefässe führen Plasma. Tüpfelgefässe sind noch nicht gebildet.

Siebentes Internodium: Die Pflanze war anfangs im Licht und dann im Dunkeln gezogen worden. Als keine Streckung des Internodiums mehr stattfand, wurde es in vier gleiche Theile zerschnitten. In den beiden unteren Theilen finden sich leere Spiral- und Leitergefässe und Tüpfelgefässe mit Plasma. In den oberen Theilen sind die gedehnten Spiralgefässe leer, dagegen führen die nicht gedehnten Plasma. Tüpfelgefässe sind nicht gebildet.

Phaseolus multiflorus Willd.

Winter 1889. Topfkulturen. A. Epikotyles Glied: Dasselbe wurde in fünf Abschnitte getheilt, von denen die Abschnitte I und II ausgewachsen, III, IV und V noch in Streckung begriffen waren.

In dem ersten Abschnitt finden sich weit gedehnte leere Spiral- und Ringgefässe, daneben ein nicht gedehntes Spiralgefäss mit Plasma. Tüpfelgefässe mit Plasma liegen drei, auf einem andern Schnitt vier hintereinander. Eines von diesen zeigt durchbrochene Querwände. Sodann finden sich Leitergefässe mit Fusion, Plasma und deformierten Kernen. Einzelne secundäre Gefässe sind leer. Die Gefässe des II. Abschnittes verhalten sich wie die des ersten. Im Abschnitt III finden sich hintereinander zwei plasmaführende Tüpfelgefässe, leere Leitergefässe, gedehnte Spiralgefässe mit und ohne Plasma und fast fadenförmig gedehnte leere Spiralgefässe. Der IV. Abschnitt zeigt lebende Tüpfel- und Leitergefässe, bei denen die Entfernungen der Tüpfel und der Wandverdickungen dieselben sind, wie bei den Gefässen im ausgewachsenen Theile. Die schwach gedehnten Spiralgefässe zeigen Fusion und Plasma, die weit gedehnten sind leer. Im V. Abschnitt finden sich nur Spiral- und Ringgefässe, von denen die nicht oder wenig gedehnten Plasma enthalten, die andern aber leer sind.

An das epikotyle Glied schloss sich ein erstes Internodium, das erst ein Centimeter lang war, während es eine Länge von zehn Centimeter erreichen kann. Hier finden sich neben plasmaführenden, schon leere Spiralgefässe.

B. Epikotyles Glied und erstes Internodium: Das epikotyle Glied und die beiden unteren Abschnitte des ersten Internodiums waren ausgewachsen, die beiden oberen Abschnitte in Streckung befindlich. Im epikotylen Glied sind alle Gefässe leer bis auf die jüngsten secundären Gefässe. Die Spiralgefässe im ausgewachsenen Theile des Internodiums sind ebenfalls leer, dagegen enthalten die äusseren Tüpfelgefässe Plasma. Im zweiten ausgewachsenen Abschnitt findet sich ein Tüpfelgefäss mit Plasma, das sich nach der einen Seite hin in Gefässzellen ohne Tüpfel fortsetzt. Der erste wachsende Abschnitt enthält plasmaführende Tüpfelgefässe, schwach gedehnte Spiralgefässe mit Protoplasma und leere weitgedehnte Spiralgefässe.

Vicia sativa L.

Winter 1889/90. Topfkulturen. Das untersuchte Stengelstück wurde in sieben Abschnitte getheilt; davon waren die drei unteren ausgewachsen, die vier oberen noch in Streckung befindlich. Die Spiralgefässe aller Abschnitte sind leer; im Vergleich zum starken Längenwachsthum sind sie wenig gedehnt. Das Dickenwachsthum beginnt im fünften Abschnitt, also in der Streckungszone, mit der Ausbildung von Tüpfelgefässen, die in den darunter liegenden vierten Abschnitt, der ebenfalls noch in Streckung begriffen ist, ihre endliche Wandverdickung erlangen, aber noch Plasma führen. Vom dritten Abschnitt an abwärts führt stets nur das jüngste Tüpfelgefäss Plasma.

Oleaceae.

Fraxinus excelsior L.

Im Winter 1889/90 geschnittenes Stammholz. Verschiedene Tüpfelgefässe des letzen Jahresringes enthalten reichlich Plasma. Die Plasmakörper haben sich durch die Perforationen hindurch zu langen Strängen vereinigt (Taf. XII, Fig. 8). In einigen Gefässen findet sich nur ein dünner plasmatischer Wandbeleg, der sich nicht contrahieren lässt.

Convolvulaceae.

Cuscuta europaea L.

20. 7. 90. Frei gesammelte Pflanzen, die in Blüthe standen und zum Theil schon Früchte angesetzt hatten. Ich habe nur solche Theile untersucht, von denen ich annehmen konnte, dass sie ausgewachsen waren, das sind die mit Haustorien besetzten Umgänge und die dazwischen liegenden Stengelstücke. Stengelstücke mit Haustorien: Eigentliche Gefässe scheinen nicht vorhanden zu sein; wenigsten war dort, wo ich die Querwände der Tracheenglieder genau beobachten konnte Fusion nicht eingetreten. Die erwähnten Angaben Kochs kann ich somit bestätigen. Von diesen als Tüpfel- und Treppentracheiden zu bezeichnenden Tracheen enthalten einzelne lebendes Plasma (Taf. XII, Fig. 9). Die isodiametrischen Tüpfel- und Treppentracheiden, die sich in der Gegend der Haustorien an die axilen Tracheidenreihen ansetzen und die Verbindung mit den Haustorien herstellen führen ebenfalls zum Theil Protoplasma.

Stengelstücke ohne Haustorien: Die Gefässe zeigen zwei Arten von Querwänden, solche die nur einen grossen Tüpfel zeigen und deren Membran nicht resorbiert ist, und solche die zahlreiche Tüpfel zeigen. Diese Wände sind stark geneigt. Oft konnte ich deutlich sehen, dass auch hier die Membran der Tüpfel erhalten ist. Von diesen Tracheidenreihen sind oft mehrere Glieder hintereinander mit Plasma gefüllt; doch konnte ich keine Reihe finden, die in ihrer ganzen Ausdehnung Plasma geführt hätte.

13. 9. 90. In diesen zu späterer Jahreszeit und an einem anderen Standort gesammelten Pflanzen, als die oben beschriebenen Exemplare findet sich einmal im ausgewachsenen Stengeltheil eine Tracheidenreihe mit ring- und spiralförmigen Verdickungen, deren Querwände deutlich sichtbar sind und deren Glieder sämmtlich Protoplasma führen (Taf. XII, Fig. 10). Die primären Tracheen der Blüthenstandsaxen verlieren bald nach ihrer Ausbildung das Plasma, während von den secundären Gliedern einzelne dasselbe behalten. Im allgemeinen finden sich hier viel weniger Tracheiden mit lebendem Inhalt, als bei den im Juli gesammelten Pflanzen.

Plantaginaceae.

Plantago major L.

Juli 1890. Im Freien gesammelte Pflanzen. In den Spiralgefässen der Blatt- und Blütenstiele finden sich vielfach plasmatische Reste, namentlich an den Enden der Gefässglieder. Einige Gefässe zeigen deutlich plasmolysierte zusammenhängende Plasmastränge. Ebenso fand ich vielfach in den Tüpfeltracheen lebendes Plasma (Taf. XII, Fig. 11). Die gleichen Resultate gaben Pl. media L. und maritima. Es wurden immer nur alte ausgewachsene Blätter untersucht. Um Stärke nachzuweisen wurden die Gefässbündel aus den Blattstielen herausgezogen und nach dem von Fischer[1]) angegebenen Verfahren behandelt: Erhitzen mit Glycerin und Schwefelsäure, auswaschen, zerdrücken unter dem Deckglas, zusetzen von Jod. Man erhält so vortreffliche Präparate, und ich konnte in zahlreichen Tracheen Stärke finden. Sodann habe ich die von Fischer erwähnte Methode zum Nachweis von Plasma angewandt: Lösen der Stärke mit Salpetersäure und färben des gut ausgewaschenen Präparats mit Anilinblau. Die Resultate, die ich so erhielt, stimmen mit denen Fischers überein. Um mich zu vergewissern, dass Stärke und Plasma nicht in die Gefässe hineingesaugt wurden, habe ich aus der lebenden Pflanze mit dem Doppelmesser Stücke der Blattstiele herausgeschnitten und diese, ohne sie mit Salpeterlösung zu behandeln, in Schnitte zerlegt. Hierbei fand ich nicht nur Stärke und Plasma, sondern auch Chlorophyllkörner in den Spiral- und Tüpfeltracheen. In diesen sieht man bei Zusatz von Jod häufig Stärke.

---

1) Fischer, l. c.

Cucurbitaceae.

Curcurbita melanosperma A. Br.

Winter 1889/90. Topfkulturen. A. Hypokotyles Glied. Dasselbe wurde in sieben Abschnitte getheilt, von denen die drei unteren I, II und III ausgewachsen waren, während die vier oberen sich noch in Streckung befanden. Das stärkste Wachsthum zeigten zur Zeit der Untersuchung die Abschnitte V und VI. Lebende Spiralgefässe finden sich in den Abschnitten V bis VII. Die Spiralgefässe des untersten wachsenden Abschnitts sind leer. Auch in den oberen Abschnitten sind weit gedehnte Spiralgefässe leer. Im Abschnitt VII zeigt ein lebendes Spiralgefäss nach der einen Seite hin stärkere Dehnung als nach der anderen. Ein nicht gedehntes, Plasma führendes Spiralgefäss des VI. Abschnitts endigt in eine Spitze. Die Ringgefässe sind sämmtlich frei von Plasma. Das secundäre Dickenwachsthum beginnt im untersten wachsenden Abschnitt IV, indem die künftigen Gefässe sich durch bedeutende Erweiterung der subcambialen Zellen kenntlich machen. Im Abschnitt III werden Netzgefässe gebildet. In den Abschnitten I und II finden sich Tüpfel- und Netzgefässe mit Plasma, in I auch leere secundäre Gefässe.

B. Hypokotyles Glied, das in fünf Abschnitte getheilt wurde, von denen die oberen III, IV und V noch in Streckung begriffen waren. Nicht oder wenig gedehnte Spiralgefässe mit Plasma finden sich in allen drei wachsenden Abschnitten; die weit gedehnten sind leer, ebenso alle die der Abschnitte I und II. Ein lebendes Spiralgefäss des IV. Abschnittes ist nach der eine Seite hin nicht gedehnt, nach der andern Seite hin werden die Spiralwindungen immer steiler. In demselben Abschnitt geht ein lebendes Spiralgefäss in Parenchym über, wobei die Verdickungen immer unsichtbarer werden. Ein gleiches Gefäss liegt im Abschnitt III. Das secundäre Dickenwachsthum beginnt mit der Ausbildung von Netzgefässen in dem untersten wachsenden Abschnitt III. Im ausgewachsenen Theile finden sich lebende Netz- und Tüpfelgefässe in allen Entwicklungsstadien neben leeren Netzgefässen.

C. Hypokotyles Glied. Dasselbe wurde in sieben gleiche Theile zerlegt; davon waren die Abschnitte I und II ausgewachsen. Spiralgefässe mit Protoplasma (Taf. XII, Fig. 14) enthalten alle wachsenden Zonen, wie bei den Exemplaren A und B. Bei einigen sind die durch die Perforationen hindurch gehenden Plasmastränge schön zu sehen. In den Abschnitten IV und V zeigt ein mit Plasmas erfülltes Spiralgefäss Glieder, die abwechselnd gedehnt und nicht gedehnt sind. Im untersten wachsenden Abschnitt enthält nur das äusserste Spiralgefäss Plasma. Hier beginnt auch das secundäre Dickenwachsthum, indem sich ein Netzgefäss entwickelt. Die Entfernung der Netzverdickungen von einander ist hier, wie bei dem Exemplar B, dieselbe, wie im ausgewachsenen Theile des Gliedes. In den Abschnitten I und II finden sich Netz- und Tüpfelgefässe (Taf. XII, Fig. 13), leere Netzgefässe, sowie einzelne Spiralgefässe mit lebendem Plasma (Taf. XII, Fig. 12 u. 13).

Compositae.

Helianthus annuus L.

Winter 1889/90. Topfkulturen. In den völlig ausgewachsenen hypokotylen Gliedern, fanden sich nur leere Gefässe. In den wachsenden Gliedern enthält die Streckungszone junge Spiralgefässe mit noch schwacher Wandverdickung und ohne Perforation, ältere aber nicht gedehnte Spiralgefässe, deren Plasmakörper sich durch die durchbrochene Querwand vereinigt haben, und gedehnte Spiralgefässe ohne lebenden Inhalt. Die Ausbildung von Tüpfelgefässen beginnt schon in der Streckungszone. Auf einem Schnitt liess sich die ganze Entwicklung des Tüpfelgefässes übersehen: Obenan plasmareiche Gefässglieder ohne Wandverdickungen; weiterhin treten Wandverdickungen auf, die vollendet werden, ehe die Fusion der Querwand vor sich geht; die folgenden Glieder zeigen Perforationen und Plasma, und die untersten sind leer. In der ausgewachsenen Zone finden sich plasmaführende Tüpfel- und Netzgefässe, bei denen zum Theil Verschmelzung der Plasmakörper (Taf. XII, Fig. 15) stattgefunden hat, sodann Spiral-, Netz- und Tüpfelgefässe ohne lebenden Inhalt.

Taraxacum officinale Web.

25. 7. 90. Die Schnitte wurden von Stücken hergestellt, die mit dem Doppelmesser aus dem untern Theil der Mittelrippe des Blattes herausgenommen waren. Lebendes Plasma konnte ich nicht finden, dagegen zeigten sich vor den Tüpfeln oft körnige Massen, die ich als Reste von Plasma deuten möchte, da sie Farbstoffe speicherten und mit Jod-Jodkalium-Lösung gebräunt wurden.

Im Folgenden vereinige ich die untersuchten Pflanzen nach Massgabe der für das Verschwinden oder Erhaltenbleiben des Plasmas in den Tracheen anfangs aufgestellten Marken.

I. Gruppe.

Das Plasma verschwindet bald nach Beendigung der Wandverdickung, der Verholzung und der Resorption der Querwände.

A. Krautartige Pflanzen.

Primäre Tracheen: Aus den primären Gefässen schwindet das Protoplasma im allgemeinen sehr schnell, meist schon bevor die Streckung des Internodiumtheiles beendet ist. Bei Phaseolus sind die ersten primären Gefässe im 1 cm langen Internodium schon leer, wobei das ausgewachsene Internodium eine Länge von 10 cm und mehr erreichen kann. Aus den später angelegten primären Spiralgefässen der Internodien schwindet der Inhalt ebenfalls während der Streckung des Internodiumtheiles. Die Entleerung der Spiralgefässe im epikotylen Gliede geht zum Theil auch während der Streckung vor sich. *Vicia faba:* Aus den Spiralgefässen der Wurzel und den ältesten primären Gefässen der Internodien verschwindet das Plasma vor beginnendem Dickenwachsthum. *Vicia sativa*: Die primären Gefässe sind in der Zone der stärksten Streckung schon frei von Plasma. *Helianthus*: Das Schwinden des Protoplasmas erfolgt in der Streckungszone vor der Dehnung der Spiralgefässe. *Cucurbita:* Die nicht und die wenig gedehnten Spiralgefässe enthalten lebenden Inhalt, sobald aber die Dehnung eine stärkere wird verschwindet derselbe zumeist.

Secundäre Tracheen: Die ersten secundären Gefässe entleeren sich schon in der Streckungszone bei *Helianthus* und *Phaseolus.* Bei den übrigen Pflanzen, die in dem sich streckenden Internodiumtheile secundäre Gefässe bilden, schwindet aus diesen das Protoplasma erst in der ausgewachsenen Zone. Die ausserhalb der Streckungszone ausgebildeten secundären Gefässe verlieren ihr Plasma sehr früh bei *Helianthus*, *Vicia sativa* und *Hippuris.* Etwas länger führen dieselben bei *Cucurbita* und *Vicia faba* lebend Inhalt; bei diesen enthalten immer mehrere radial hintereinander liegende Gefässe Plasma. Bei *Phaseolus* ist das letztere auch der Fall, solange der obere Theil des Gliedes sich streckt; im ausgewachsenen epikotylen Gliede führt nur das jüngste Gefäss Protoplasma.

B. Holzgewächse.

Primäre Tracheen: Die Netz- und Spiraltracheiden von *Pinus pinea* entleeren sich zum Theil vor beendeter Streckung. Aus den Spiralgefässen von *Wistaria* verschwindet der lebende Inhalt bis auf einzelne Reste in der Streckungszone. Bei *Tilia* und zum Theil auch bei *Corylus* tritt die Entleerung der primären Gefässe ebenfalls in der Streckungszone ein.

Secundäre Tracheen: Sehr rasch verlieren die secundären Tracheen bei nachfolgenden Pflanzen den lebenden Inhalt, sodass höchstens die fünf jüngsten Glieder einer Radialreihe gleichzeitig Plasma führen: *Sequoia, Picea alba, Araucaria, Dammara, Corylus, Salix, Populus, Tilia, Aesculus, Ampelopsis, Prunus, Wistaria.*

II. Gruppe.

Die Tracheen führen längere Zeit nach ihrer Ausbildung Plasma.

In dieser Gruppe fassse ich eine Reihe von Vorkommnissen zusammen, bei denen sich noch lange Zeit nach der Ausbildung der Wandverdickung und der Durchbrechung der Querwände Plasma findet. Zwar ist die Dauer des Plasma nicht bei allen Pflanzen der Gruppe gleich, doch liess sich ebenso wenig, wie bei der vorigen Gruppe eine Zerlegung in kleinere Gruppen vornehmen.

A. Krautartige Pflanzen.

1. *Filices.*

Das Schwinden des Plasmas aus den Tracheiden von *Aspidium alpestre* erfolgt sicher erst nach vollendeter Streckung. Doch auch dann führen die meisten Spiral-, Netz- und Treppentracheiden noch lange Zeit Plasma.

Auch bei *Aspidium filix mas* zeigt der ausgewachsene Blattstiel einige Netz- und Treppentracheiden, die reichlich Plasma enthalten, neben solchen die nur dünne Plasmahäutchen zeigen und neben leeren Tracheiden.

2. *Phanerogamae.*

Primäre Tracheen: Nach vollendeter Streckung des Internodiumtheiles und nach begonnenem Dickenwachsthum führen einzelne primäre Gefässe noch Plasma bei *Vicia faba* (Internodium), *Phaseolus* (epikotyles Glied) und *Cucurbita* (epikotyles Glied).

Secundäre Tracheen: Wenn in secundären Tracheen krautartiger Pflanzen sich Plasma findet, so gehören diese Vorkommnisse in die erste oder die dritte Gruppe.

B. Holzgewächse.

Primäre Tracheen: In der Wurzel von *Pinus pinea* führen einzelne Spiraltracheiden noch Plasma, wenn schon ca. 10 Tüpfeltracheiden gebildet sind, ebenso im hypokotylen Gliede noch nach Beendigung des Längenwachsthums und nach Beginn des Dickenwachsthums. Lebende Erstlingsgefässe finden sich im ausgewachsenen Theile des jüngsten Internodiums von *Corylus.*

Secundäre Tracheen: Ich erwähne hier diejenigen Vorkommnisse, bei denen mehr als fünf der jüngsten, in radialer Richtung hintereinander liegenden Tracheen gleichzeitig Protoplasma enthalten. *Picea excelsa*: Von vierzehn Tracheiden führen sieben Plasma. *Pinus laricio:* Bis acht hintereinander liegende Tracheiden und einzelne bis zur Grenze des vorjährigen Ringes liegende enthalten Protoplasma. *Pinus silvestris*: Von fünfzig Tracheiden zeigen die 17 jüngsten und einzelne ältere lebenden Inhalt. Bei *Cedrus Deodara* sind die sechs jüngsten Tracheiden mit Plasma erfüllt. Bei *Larix* führen zur Zeit des lebhaften Dickenwachsthums stets mehr als fünf hintereinander liegende Tracheiden Plasma, im Stammholz selbst mehr als fünfundzwanzig; auch treten in den älteren Theilen des jüngsten Ringes immer mehrere plasmaführende Tracheiden auf. Ebenso finden sich in der Wurzel und im hypokotylen Gliede von *Pinus pinea* Plasmakörper in älteren Tracheiden, während jüngere schon leer sind.

III. Gruppe.

Die Tracheen führen während der ganzen Vegetationsperiode oder des grössten Theiles derselben Protoplasma.

Einzelne Tracheiden der Blattstiele von *Aspidium alpestre* und *A. filix mas* enthalten noch im Herbst lebenden Inhalt. Bei *Hordeum, Secale* und *Triticum* führen zahlreiche Tracheiden dann noch Plasma, wenn die Internodien ausgewachsen sind und die Pflanze in Blüthe steht. In den Blattgelenken ausgewachsener Blätter von *Malva* finden sich viele Tracheiden mit Protoplasma und Chlorophyll (nach Vöchting), sodann einzelne lebende Spiralgefässe. Zahlreiche Tracheiden des Stengels von *Cuscuta* führen zur Blüthezeit, und eine Anzahl auch noch im Herbst lebendes Plasma. *Plantago:* Hier tritt das Protoplasma meist in nicht contrahirbaren Massen in den Gefässen und Tracheiden auf; seltener finden sich plasmolysirbare Plasmakörper. *Taraxacum* enthält nur protoplasmatische Reste in den Gefässen alter Blätter.

IV. Gruppe.

Das Plasma in den Tracheen überdauert die Vegetationsperiode.

Bei einer Anzahl von Bäumen finden sich plasmaführende Tracheen auch in älteren Jahresringen, so bei *Pinus laricio* im Frühlingsholz des vorletzten Ringes, in einem siebenjährigen Ast von *Gingko* im Frühlingsholz des zweiten Jahresringes, in einem dreijährigen Ast von *Taxus* im Herbstholz des zweiten Ringes. Bei letzterem konnte ich nur der Wand anhaftende Reste bemerken. Von sieben untersuchten Exemplaren von *Larix* finden sich bei sechs derselben plasmahaltige Tracheiden in mehreren Jahresringen, so ausser in dem jüngsten im vorletzten Ringe, oft auch im drittletzten, in einem Falle im viertletzten Ringe. Ausserdem enthalten die ältereren Ringe stets einige oder zahlreiche Tracheiden, deren Tüpfel mit plasmatischen Resten bedeckt sind. Derartig bedeckte Tüpfel finden sich auch in älteren Ringen von *Abies alba* und *Pinus silvestris.* Ein im Winter geschnittenes Stammholz von *Fraxinus* zeigte eine Anzahl Tüpfelgefässe mit lebenden Plasma im letzten Ringe. Endlich enthalten *Ilex* und *Juglans* Plasma im vorletzten Jahresring, aber nur als Wandbeleg.

Verhalten des Plasmas in der ausgebildeten Trachee.

Aus der eben gegebenen Zusammenstellung geht hervor, dass das Protoplasma während der Dauer der Vegetationsperiode auswandern kann oder dass es in der fertigen Trachee zurückbleibt.

Ich betrachte zuerst den ersten Fall. Die Vorgänge im Protoplasma bis zum Zeitpunkt der eintretenden Fusion und der vollendeten Wandverdickung habe ich nicht genauer beobachtet und verweise daher auf die anfangs erwähnten Angaben von Mohl, Crüger, Dippel, Schmitz und Strasburger. Sobald bei den Gefässen die Fusion stattgefunden hat verschmelzen in vielen Fällen die Plasmakörper mit einander. Ich konnte dies beobachten bei Corylus tubulosa, Tilia, Malva, Hippuris, Fraxinus, Plantago, Curcurbita und Helianthus (Taf. XII, Fig. 8, 12—15).

Es ist wohl anzunehmen, dass diese Vereinigung namentlich dann zu Stande kommt, wenn das ausgebildete Gefäss längere Zeit Plasma führt. Durch alle Flüssigkeiten aber, die eine Contraction des Plasmaschlauches bewirken wird ein Zerreissen wohl grade leicht an den Verbindungsstellen stattfinden können, und das mag der Grund sein, dass ich das Verschmelzen nur bei verhältnissmässig wenigen Pflanzen beobachtet habe. Strasburger konnte ein Verschmelzen nicht wahrnehmen, vielleicht war in den von ihm untersuchten Gefässen die Vereinigung wieder zerstört worden.

Allmählich tritt eine Verminderung des Plasmagehaltes in der Trachee ein, bis schliesslich nur ein dünnes Häutchen übrig bleibt, das sich anfangs mit concentrirter Salpeterlösung noch abhebt (Taf. XII, Fig. 4, 13), später aber sich nicht mehr contrahiren lässt. Dann ist aber der Zellkern noch deutlich sichtbar, doch hat er seine Gestalt geändert. Er schwillt mehr und mehr an, bis er schliesslich um ein ganz Bedeutendes grösser wird als die Kerne junger Gefässzellen, und schrumpft endlich unregelmässig zusammen, wobei er immer undeutlicher wird: seine Inhaltsstoffe scheinen zu schwinden (Taf. XII, Fig. 3—7). Einzelne Plasmareste scheinen längere Zeit oder immer im Gefäss zurückzubleiben, da man dann und wann in älteren Gefässen, sowohl zwischen den Wandverdickungen körnige Massen von Eiweissstoffen, als auch grössere Wandbelege findet. Das allmähliche Schwinden des Plasmaschlauches beobachteten, wie früher berichtet, Mohl, Crüger, Schmitz und Strasburger, das Anschwellen des Zellkerns bei seiner Desorganisation sah zuerst Schwarz[1]) in den Gefässen von Zea mais.

Das Schwinden des Plasmas aus den Hoftüpfeltracheiden geht in ähnlicher Weise, wie bei den Gefässen vor sich. Wenn hier aber der Protoplasmaschlauch und der Zellkern nicht mehr vorhanden sind, dann kann man in vielen Fällen auf den Hoftüpfeln noch plasmatische Reste erkennen (Taf. XI, Fig. 5 und 6).

Im zweiten Falle führen die Tracheen während der ganzen Vegetationsperiode oder darüber hinaus Plasma und verhalten sich wie anderes Dauergewebe mit lebendem Inhalt. In den Tracheiden von Aspidium und Cuscuta, in den Spiralgefässen und Tracheiden der Blattgelenke von Malva, in den Gefässen von Fraxinus, sowie in den Tracheiden von Secale, Hordeum und Triticum, von Ginkgo, Pinus laricio und Larix zeigt das Plasma mit Salpeterlösung stets Plasmolyse (Taf. XI, Fig. 1—3, 5, 7, 8; Taf. XII, Fig. 8—10); es kennzeichnet sich somit als lebend.

Das Vorhandensein zahlreicher Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen in den Tracheiden von Malva lässt ebenfalls darauf schliessen, dass die Plasmakörper dieser Tracheiden lebendig sind. Aber auch in dem Falle, dass wie bei Plantago die Plasmaschläuche in einzelne Massen zerfallen, die der Wand anliegen oder sich vor den verdickten Stellen der durchbrochenen Scheidewände anhäufen, scheint das Plasma lebendig zu bleiben. Ich konnte in den Spiral- und Tüpfelgefässen Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen nachweisen und durch Versuche zeigen, dass die Stärke verschwinden und wieder auftreten kann. Als ich die Blattstiele untersuchte, nachdem mehrere Tage trübes regnerisches Wetter gewesen war, fand ich, dass fast gar keine Stärke in den

---

1) Schwarz, Veränderungen des Zellkerns. Cohns Beiträge zur Biol. Bd. IV. Heft 1.

Gefässen vorhanden war, während Exemplare desselben Standorts nach sonnigen Tagen Stärke führten. Einige dieser Pflanzen setzte ich in Töpfe und hielt sie längere Zeit im Dunkeln. Den Gefässen der Blattstiele fehlte dann die Stärke; setzte ich aber die Pflanzen der Besonnung aus, so konnte ich wieder Stärke nachweisen. Da eine Stärkebildung im todten Plasma nicht wohl denkbar ist, so muss ich annehmen, dass die Plasmamassen der Gefässe von Plantago lebendig bleiben.

Eine eigenthümliche Erscheinung bietet das Plasma der Tracheiden von Nadelhölzern, namentlich von Larix. Unterwirft man deren Plasma der Plasmolyse, so zeigt sich, dass das den Hoftüpfeln anliegende Plasma nicht mit dem übrigen von der Wand zurückgezogen wird, sondern denselben fest anhaftet. Eine Erklärung dafür könnte man in den Angaben Sanios und Russows finden, die den Torus mit einer Siebplatte vergleichen und die Primordialtüpfel durchbohrt fanden.

Bei den lebendig bleibenden Tracheen könnte man ein dauerndes Dickenwachsthum der Membran zu finden erwarten; ein solches findet nicht statt. Diese Tracheen zeigen keine stärkere Wandverdickung, als die, welche frei von Plasma sind.

Die Bildung secundärer Gefässe in der Streckungszone.

Man nimmt wohl an, dass die Ausbildung secundärer Gewebeelemente erst dann erfolgt, wenn das Längenwachsthum der betreffenden Zone beendet ist. Das Vorkommen von Tüpfelgefässen in der Streckungszone veranlasste mich diesen Punkt genauer zu untersuchen.

Durch äquidistante Tuschmarken kann man ja feststellen welche Internodientheile im Wachsthum begriffen und welche ausgewachsen sind. Wenn ich dort, wo die Marken ihre ursprüngliche Entfernung behalten hatten und dort wo sie anfingen auseinander zu weichen, die Stengeltheile auseinanderschneiden würde, so wäre der berechtigte Einwurf zu machen, dass die direkt über der Schnittstelle liegenden Wachsthum zeigenden Theile zur Zeit des Schneidens schon ausgewachsen waren, dass ferner dort stattfindendes Dickenwachsthum kein Beweis dafür sein würde, dass das Dickenwachsthum schon in der Streckungszone begönne. Um gegen diesen Einwurf von vornherein geschützt zu sein habe ich durch wiederholte Messungen festgestellt, wie lange die unteren Theile der Streckungszone wachsthumsfähig bleiben und das Schneiden vorgenommen, ehe das Wachsthum derselben beendet sein konnte. Dazu habe ich die Stengelstücke stets so getheilt, dass mehrere Millimeter des Wachsthum zeigenden Theiles zum ausgewachsenen Inderhodiumtheile kamen. Beide Hälften wurde dann in kleinere Abschnitte zerlegt.

Bei Phaseolus theilte ich die Streckungszone in drei Abschnitte, von denen jeder 10—12 mm lang war. Im obersten Abschnitt fanden sich nur Spiral- und Ringgefässe; im mittleren begann das Dickenwachsthum mit der Ausbildung von Tüpfel- und Leitergefässen und im unteren Abschnitt fanden sich schon leere Leitergefässe, während die Tüpfelgefässe auch im oberen ausgewachsenen Abschnitt noch Plasma zeigten. Es war die Möglichkeit vorhanden, dass das lebende Tüpfelgefäss sich noch durch aktives Wachsthum der Membran verlängerte, und dass das leere Leitergefäss mechanisch gedehnt würde. Dass ein derartiges Wachsthum oder mechanische Dehnung nicht stattfindet ergaben Messungen der Entfernungen der Tüpfel- und Leitersprossen. Diese Entfernungen bleiben sich im wachsenden und ausgewachsenen Internodiumtheile völlig gleich.

Die Messungen wurden in der Weise vorgenommen, dass zuerst die Durchschnittsgrössen der Tüpfel im ausgewachsenen Theile und in der Streckungszone festgestellt wurden. Beide Durchschnittsgrössen waren gleich. Dann wurde untersucht, wieviel Tüpfel einer Längsreihe des Gefässes im Durchschnitt den fünfzig Theilstrichen des Ocularmikrometers entsprechen. Ich führe als Beispiel die Messungen an Tüpfelgefässen eines epikotylen Gliedes von Phaseolus an:

Ausgewachsene Zone: Es entsprechen den fünfzig Theilstrichen bei
Gefäss 1 im Durchschnitt 34 Tüpfel
„ 2 „ „ 33 „
„ 3 „ „ 32 „
„ 4 „ „ 33 „
„ 5 „ „ 33 „

Streckungszone: den fünfzig Theilstrichen entsprechen bei
Gefäss 1 im Durchschnitt 34 Tüpfel
„ 2 „ „ 33 „
„ 3 „ „ 34 „
„ 4 „ „ 34 „

Diese Angaben beweisen zur Genüge, dass eine irgendwie beträchtliche Verlängerung der Gefässglieder nach Anlage der Tüpfel nicht mehr stattfindet.

Bei Cucurbita beginnt das Dickenwachsthum im untersten wachsenden Abschnitt. Die subcambialen Zellen erweitern sich und deuten damit die künftigen Gefässe an. Bei andern Exemplaren liessen sich in diesem Abschnitt schon deutlich Netzverdickungen wahrnehmen. Auch hier war die mittlere Entfernung der Netzleisten dieselbe, wie in der ausgewachsenen Zone. Vicia sativa zeigt in den beiden untersten Abschnitten der Streckungszone lebende Tüpfelgefässe, bei denen die Entfernung der Tüpfel von einander derjenigen in den auswachsenen Abschnitten gleich ist. Bei Helianthus beginnt die Bildung secundärer Gefässe ebenfalls in der Streckungszone; in einem Falle fand ich dort auch plasmafreie Gefässglieder. Endlich zeigen auch die jüngsten Zweige von Wistaria Tüpfelgefässe im wachsenden Internodiumtheil; auch hier ist die Entfernung der Tüpfel constant. Im hypokotylen Glied von Pinus pinea werden in der

Streckungszone Hoftüpfeltracheiden ausgebildet. Die Entfernung und Grösse der Hoftüpfel bleibt auch hier im Allgemeinen gleich; doch wird dies nicht die unveränderte Länge der Tracheide beweisen können, da ein Spitzenwachsthum nicht ausgeschlossen ist. Messungen der Tracheiden-Längen habe ich nicht ausgeführt.

Es darf somit wohl als feststehend angenommen werden, dass das Dickenwachsthum bei den erwähnten Dikotyledonen in der Streckungszone beginnt, dass aber die dabei gebildeten Gefässglieder sich nicht mehr verlängern, sobald die Verdickung der Zellwand begonnen hat.

III. Allgemeiner Theil.

Als erstes Resultat der vorliegenden Untersuchungen ergab sich das Vorhandensein von Protoplasma in völlig ausgebildeten Tracheen. Damit ist zur Genüge bewiesen, dass das Plasma nicht zur Bildung der Wandverdickung aufgebraucht wird wie Schmitz und Strasburger wollen. Desgleichen geht der Verholzungsprocess vor sich, solange die Trachee Plasma führt und ist bei den Gefässen (mit Ausnahme der kurzen Gefässe von baumartigen Liliaceen) der Hauptsache nach beendet, wenn die Durchbrechung der Querwände stattfindet. Strasburger gibt an, dass die Verholzung der Coniferenholzzellen der Hauptsache nach nach dem Schwinden des Plasmas geschehe. Bei allen von mir untersuchten Coniferen fand ich das Gegentheil. Wiesner, Krasser, Burgerstein und Hegler kommen bezüglich der Verholzung zu Resultaten, die sich zum Theil oder ganz mit den meinigen decken. Die Angaben von Wiesner und Krasser habe ich erwähnt. Burgerstein¹) erörtert die Frage, ob die Holzsubstanz ein einfaches Spaltungsprodukt der Cellulose ist oder ob nicht chemische Individuen des Zellinhalts auf die Cellulose einwirken und sagt dann, dass er »Verholzung niemals an Geweben constatieren konnte, die keinen Zellsaft mehr führen«. Hegler²) untersuchte Vegetationtsspitzen von Coleus mit Phloroglucin und Salzsäure und fand, dass die Verholzung der ring- und spiralförmig verdickten Zellen vor sich geht, solange dieselben Plasma führen. Mit zunehmender Verholzung bemerkte er eine allmähliche Abnahme des Plasmas. Bei den von mir untersuchten Pflanzen habe ich bis zur Vollendung der Verholzung oder bis zum Eintritt der Fusion eine erhebliche Abnahme des protoplasmatischen Inhalts nicht bemerken können; bis dahin müssen also den Tracheen noch Baustoffe von aussen zugeführt werden. Eine Abnahme des Protoplasmas tritt erst ein, wenn Verdickung und Verholzung der Zellwand ihr Ende erreicht haben.

Die Frage, in welcher Weise der lebende Inhalt der Tracheen ver-

---

1) Burgerstein, Untersuchungen über das Vorkommen und die Enstehung des Holzstoffes Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 70. pg. 355.

2) Hegler, l. c. pag. 56.

schwinde, kann ich nur mit Vermuthungen beantworten. Es ist mir wahrscheinlich dass derselbe auswandert. Das könnte in der Weise geschehen, dass die Eiweisskörper in lösliche Verbindungen übergeführt werden oder dass das Plasma als solches auf den Wegen der Plasmaverbindungen in benachbarte Zellen wandert. Die letztere Ansicht vertritt Kienitz-Gerloff, der, wie erwähnt, an einem Specialgefäss diese Verbindungen nachweisen konnte; auch Schaarschmidt[1]) beobachtete dieselben bei Gefässen. Krabbe[2]) glaubt zwar, dass Plasmaverbindungen bei Zellen, die, wie die Gefässe aufeinander gleiten, nicht vorhanden sein können, da bei Verschiebung der Zellen derartige Verbindungen aufgehoben werden müssten, und Kienitz-Gerloff meint wiederum, dass Gewebearten mit Plasmaverbindungen kein gleitendes Wachsthum zeigen können. Man kann sich jedoch sehr wohl denken, dass der beim Gleiten zerstörte Zusammenhang der Protoplasten, wieder hergestellt wird, sobald zwei von den zahlreichen Durchbohrungen wieder auf einander treffen. Auch ist es möglich, dass die Fäden sehr lang werden und auf der Gleitfläche sich erhalten. Die Frage ist also noch offen und es werden neue Untersuchungen anzustellen sein an Elementen, bei denen man gleitendes Wachsthum annehmen muss. Dass Verschiebungen der Durchbohrungen vorkommen, scheint die Beobachtung Russows[3]) anzudeuten, der Plasmafäden mit dem intercellularen Plasma in Verbindung stehen sah. Plasmaverbindungen finden sich vielleicht auch in dem Torus der Hoftüpfel. Beobachtet sind sie bisher nur in den Primordialtüpfeln, aber die Anhäufung von Protoplasma auf den ausgebildeten Tüpfeln, das noch andauert, nachdem der Plasmaschlauch verschwunden ist, macht es mir wahrscheinlich, dass das Auswandern durch die Tüpfel stattfindet. Sind dann die von Russow erwähnten Verstopfungen der Kanäle eingetreten, so bleibt das übrige Plasma als Schlauch oder auf den Tüpfeln zurück. Die letzten Reste des lebenden Inhalts, so namentlich die des Zellkerns, an dem ja eine Desorganisation deutlich wahrzunehmen ist, könnten als lösliche Verbindungen mit dem Wasserstrom fortgeführt werden.

Als ich den Beweis führte, dass das Plasma der Tracheen von Plantago lebendig sei, erwähnte ich das Vorkommen von Chlorophyllkörnern in den Tracheen von Malva und Plantago, sowie von Stärkeeinschlüssen in denselben. Die Protoplasten der Gefässe und Tracheiden können also an der Assimilation theilnehmen. Sie nehmen aber auch an der Stoffwanderung Theil. Die in den Gefässen von Plantago oft massenhaft vorkommende Stärke ist wohl kaum allein das Produkt der darin befindlichen Chlorophyllkörner. Sodann fand ich in den Tracheiden von Larix, denen die

---

1) Bot. Jahresbericht 1884 pag. 209.

2) Krabbe, Das gleitende Wachsthum. Berlin 1886. pag. 95.

3) Russow, Ueber den Zusammenhang der Protoplasmakörper benachbarter Zellen. Sitzungsb. d. Dorp. Nat. Gesch. 1883. Sep. pag. 20.

Chlorophyllkörnern sicher fehlten, ebenfalls Stärke. Diese Tracheen nehmen eine ähnliche Stellung ein, wie die Faserzellen. Die Faserzellen unterscheiden sich durch nichts als durch den lebenden Inhalt von den Libriformfasern. Sie führen Plasma und können wie die erwähnten Tracheen auch Chlorophyll und Stärke[1]) enthalten. Es sind eben lebend bleibende Libriformfassern, denen man ihres Inhalts wegen einen besondern Namen gab. Sanio sah in Elementen, die er als echte Holzzellen bezeichnete Stärke, Strasburger[2]) fand in diesen später Zellkerne. Nach De Bary[3]) kommen in den von Sanio und Strasburger untersuchten Pflanzen Faserzellen vor. Sind nun die von Strasburger untersuchten Elemente eben diese Faserzellen? Das ist wohl kaum anzunehmen, da er seiner Verwunderung Ausdruck giebt, in echten Holzfasern Stärke und Zellkerne zu finden, und da die Faserzellen und deren Vorkommen in den erwähnten Pflanzen längst bekannt waren. Vielleicht ist dies so zu erklären, dass zwischen echten Libriformfasern einige liegen, die lebendig bleiben; dann würde damit ein Uebergang zu den Faserzellen vorliegen, und zugleich ein Analogon für die lebendig bleibenden Tracheen gegeben sein. Das Vorkommen plasmatischer Reste in Holzfasern mit dicker Wand bei Viscum, Quercus und Leguminosen erwähnt De Bary[4]). Die Vorkommnisse von Plasma in Bastfasern und im Kork, die ich früher erwähnte, dürften ebenfalls als Analoga gelten.

Es würde jetzt zu untersuchen sein, ob die Fälle, wo das Protoplasma ausnehmend lange oder immer in den Tracheen verweilt, als pathologische aufzufassen sind, oder ob wir es hier mit Vorkommnissen zu thun haben, die für die betreffende Pflanze normale sind. Diese Frage wird sich nur experimentell entscheiden lassen und da ich Versuche nur erst in ungenügender Zahl angestellt habe, so bleibt sie vorläufig controvers. Gegen die Annahme, dass pathologische Erscheinungen vorliegen, scheint die grosse Regelmässigkeit, mit der sich die lebenden Tracheen bei einigen Pflanzen finden, zu sprechen. Vielleicht haben wir es hier mit Anpassungen zu thun, wenn auch die Ursachen nicht immer klar liegen, die zur Anpassung führten. In den Knoten der Grashalme könnten die lebenden Tracheiden beim geotropischen Wachsthum des Knotens, das nach dem Lagern des Grases eintritt, eine besondere Rolle spielen und in den Blattgelenken von Malva treten sie vielleicht bei den Bewegungen der Blattstiele in Funktion. Bei Larix sah ich Holzparenchym ausser in der Umgebung der Harzkanäle nur als einreihige Grenzschicht des Herbstholzes gegen den nächsten Jahresring. Hier dienen die lebenden Tracheiden möglicherweise als vertikale Verbindung der Markstrahlen, sowie zur

---

1) De Bary, Anatomie pag. 499.

2) Vergleiche die Angaben im Ueberblick über die Litteratur.

3) l. c. pag. 499.

4) l. c. pag. 498.

Stärkespeicherung. Dasselbe könnte für Pinus laricio und Ginkgo gelten; auch bei diesen ist das Holzparenchym selten. Bei Aspidium, Plantago und Fraxinus lassen sich allerdings keine Gründe finden, die das Dasein von Protoplasma verständlich machen. Cuscuta zeichnet sich durch das Fehlen von Laubblättern aus. Die Transspiration der Pflanze wird infolgedessen gering sein. Bei beschränkter Transpiration braucht aber die Geschwindigkeit des die Pflanze durchfliessenden Wasserstroms ebenfalls nur gering zu sein, und dies kann wiederum zur Folge haben, dass die Tracheen nicht in der Weise zur Entwicklung gelangen, wie bei Dikotylen mit starker Transspiration: Die Perforation der Scheidewände unterbleibt und viele der Tracheenglieder behalten ihren lebenden Inhalt. Diese Ueberlegung veranlasste mich zu versuchen, ob Pflanzen, bei denen unter normalen Umständen die Protoplasten aus den Gefässen auswandern, dieselben behalten, wenn die Transspiration herabgesetzt wird. Ich schnitt bei jungen Pflanzen von Phaseolus multiflorus immer die sich entwickelnden Blätter ab. Als ich dann nach einiger Zeit die Pflanzen untersuchte, hatten wohl zahlreiche secundäre Gefässe ihre volle Wandverdickung erhalten, aber die Scheidewände waren nicht durchbrochen und die Plasmakörper der Gefässglieder waren intakt. Da ich diese Versuche bisher nur mit wenigen Exemplaren angestellt habe, so kann ihnen noch keine Beweiskraft zukommen. Ferner ist es nicht ausgeschlossen, dass bei den Versuchsexemplaren nicht die mangelnde Transspiration, sondern pathologische Vorgänge, eingeleitet durch das Abschneiden der Blätter, die normale Entwicklung der Gefässe hinderten. Die Versuche sollen in modificierter Weise fortgesetzt werden.

Es ist noch die Frage zu erledigen: Wie ist es möglich, dass die in der Streckungszone befindlichen secundären Gefässe nicht gedehnt werden? Man kann wohl nur mit der Annahme eines gleitenden Wachsthums diese Frage beantworten. Schon längst steht die Thatsache fest, dass gleitendes Wachsthum nicht nur bei Thallophyten, sondern auch bei höheren Pflanzen stattfindet. Nachdem schon früher die Vermuthung ausgesprochen war, dass ein Wachsthum der Zelle stattfinde, das unabhängig vom Wachsthum des Gewebes sei, zeigte Sanio[1]), dass die Holzzellen von Pinus silvestris mit zunehmenden Jahresringen an Grösse zunehmen. Es lässt sich dies nur durch eine Vergrösserung der Cambiumzellen erklären, die, da das Längenwachsthum des Stammes abgeschlossen ist, zwischen einander hindurchwachsen müssen. Haberlandt[2]) nimmt ein derartiges Wachsthum auch für Bastfasern an. Das Wachsthum der Milchzellen ist ebenfalls bekannt. Velten[3]) hält das Dickenwachsthum des Gefässes dadurch für möglich, dass die Nachbarzellwände auseinander weichen. Krabbe[1]) hat dieses Eigenwachsthum der Gefässzellen, sowie der Tracheiden, Siebröhren, Bast- und Libriformfasern in tangentialer und radialer Richtung genauer verfolgt; eine Erklärung für den eigentlichen Vorgang des »Gleitens« giebt er nicht. Während in den bisher bekannt gewordenen Fällen des Gleiten in der Weise vor sich geht, dass die einzelne Zelle in normaler, tangentialer oder radialer Richtung zwischen die Nachbarzellen hineinwächst, muss ich da, wo in der Streckungszone secundäre Gefässe gebildet sind, deren Glieder sich nicht mehr verlängern, annehmen, dass Gewebeschichten auf einander gleiten. Es ist wohl kaum denkbar, dass ausser der Rinde und dem Cambium auch Holzparenchym, primäre Gefässe und Mark noch in Streckung befindlich sein sollten, wenn das Längenwachsthum der secundären Gefässe abgeschlossen ist. Wahrscheinlicher ist es, dass mit der Ausbildung der secundären Gefässe das Wachsthum der innern Gewebeschichten abgeschlossen ist, und dass nur Cambium und Rinde sich noch verlängern. Die Gleitfläche der äussern Gewebepartien auf dem innern Cylinder dürfte in der cambialen oder subcambialen Zone zu suchen sein, doch braucht sie keineswegs glatt begrenzt zu sein. Die Annahme des Gleitens erklärt auch die Thatsache, dass die Querwände der Cambiumzellen gegen die Querwände der secundären Gefässe verschoben erscheinen.

---

[1]) Sanio, l. c. Anatomie etc. pag. 118.

[2]) Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems. Leipzig 1879.

[3]) Velten, Ueber die Entwicklung des Cabiums etc. Bot. Zeitung 1875. pag. 828.

Das erste Auftreten von secundären Gefässen in der unteren Streckungszone gestattet ferner einen Schluss auf die Richtung, in der die Ausbildung secundärer Gefässe erfolgt. Bei ausgewachsenen Pflanzentheilen, namentlich bei Laubhölzern, ist nachgewiesen, dass die Ausbildung secundärer Gefässe in absteigender Folge vor sich geht[2]). In den von mir untersuchten wachsenden Internodien findet stets der umgekehrte Fall statt: die secundären Gefässe werden in aufsteigender Folge ausgebildet. Im obern Theil der Streckungszone sind nur primäre Gefässe zu finden. Die ersten secundären Gefässe treten im untern Theil der Streckungszone auf. Zu derselben Zeit sind im ausgewachsenen Theile schon mehrere secundäre Gefässe entwickelt.

IV. Zusammenfassung der Resultate.

Ich stelle die wichtigsten Resultate der Untersuchungen zusammen:

1. Das Protoplasma der Tracheen wird nicht völlig zur Ausbildung der Wandverdickungen verbraucht, sondern wandert aus oder bleibt in der Trachee zurück.
2. Die Verholzung findet statt, solange die Trachee lebenden Inhalt führt.
3. Es giebt Tracheen, die noch lange Zeit nach ihrer Ausbildung lebendes Protoplasma führen, und solche, bei denen das Leben des Protoplasmas erst mit dem Leben des Pflanzentheiles erlischt.

---

[1]) Krabbe, l. c.

[2]) De Bary, Anatomie pag. 407 ff.

4. Das Protoplasma der Tracheen kann an der Assimilation und Stoffwanderung theilnehmen.
5. Die Protoplasten der einzelnen Gefässglieder verschmelzen häufig nach Auflösung der Querwände mit einander.
6. Secundäre Gefässe können schon in der Streckungszone ausgebildet werden.
7. Das Längenwachstsum eines Internodiums erlischt in bestimmten Fällen nicht gleichzeitig auf allen Punkten eines Querschnitts, sondern in der Weise, dass Rinde und Epidermis noch Wachsthum zeigen, wenn die Streckung des Holzes abgeschlossen ist.
8. Die Ausbildung secundärer Gefässe im Internodium, dessen Längenwachsthum noch nicht beendet ist, erfolgt akropetal.

Figurenerklärung.

Tafel XI.

Fig. 1. *Aspidium filix mas Sow.* Treppentracheiden mit lebendem Plasma, aus dem unteren Theile der ausgewachsenen Wedelachse. Vergr. 290.

Fig. 2. Desgleichen. Treppentracheiden aus dem mittleren Theil derselben Wedelachse. Vergr. 290.

Fig. 3. *Gingko biloba S.* Radialschnitt. Plasmaführende Tracheiden aus dem zweiten Jahresringe eines siebenjährigen Astes. Vergr. 290.

Fig. 4. *Pinus silvestris L.* Radialschnitt durch einen Theil des letzten Jahresringes. Von *a* an folgen bis zum Cambium noch acht plasmaführende Tracheiden. Ueber die verdickten Stellen bei *b* läuft ein Markstrahl. Vergr. 290.

Fig. 5. *Larix europaea D. C.* Stammholz. Radialschnitt durch die Mitte des letzten Ringes. Die Tüpfelräume sind mit Plasma angefüllt. Bei *a* hängt der Plasmakörper mit dem Plasma der Tüpfel zusammen. Bei *b* sind zwei gegenüberliegende Tüpfel durch einen Plasmastrang verbunden. Vergr. 490.

Fig. 6. Frühlingstracheiden desselben Ringes. Plasma in den Tüpfelräumen. Vergr. 620.

Fig. 7. Desgleichen. Radialschnitt durch die Mitte des vorletzten Jahresringes eines fünfjährigen Astes. Vergr. 490.

Fig. 8. *Hordeum vulgare L.* Tracheiden aus einem Knoten. Vergr. 757.

Tafel XII.

Fig. 1. *Vicia faba L.* Junges Tüpfelgefäss aus dem ausgewachsenen zweiten Internodium mit kaum sichtbarer Wandverdickung. Die Querwände sind noch nicht durchbohrt. Vergr. 290.

Fig. 2. Ausgebildetes Tüpfelgefäss aus demselben Internodium. Fusion ist eingetreten. Vergr. 290.

Fig. 3—7 zeigen die allmähliche Deformirung der Zellkerne in den Tüpfelgefässen der Wurzel von *Vicia faba.* Vergr. 290. Fig. 3. Tüpfelgefäss mit ausgebildeter Wandverdickung, ohne Perforation. Die Zellkerne zeigen normale Grösse. Fig. 4. Fusion ist eingetreten. Die dünnen Plasmahäutchen haben sich nur stellenweise von der Wand abgehoben. Die Zellkerne schwellen an. Fig. 5. Der Zellkern stellt

eine Hohlkugel dar, deren Wandung äusserst dünn ist. In Fig. 6 ist die Wandung zerrissen und in Fig. 7 ist der Kern zum unregelmässigen Klümpchen zusammengesunken.

Fig. 8. *Fraxinus excelsior L.* Tüpfelgefässe aus dem letzten Jahresringe eines im Winter geschnittenen Stammes. Die Protoplasten sind verschmolzen. Vergr. 155.

Fig. 9. *Cuscuta europaea L.* Tüpfel- und Leitertracheiden aus einem ausgewachsenen Stengelstück, zum Theil mit lebendem Inhalt. Vergr. 412.

Fig. 10. Desgleichen. Ring- und spiralförmig verdickte Tracheidenreihe aus einem ausgewachsenen Stengelstück, mit lebendem Plasma. Vergr. 290.

Fig. 11. *Plantago major L.* Tüpfelgefäss mit Plasma aus dem Blattstiel. Vergr. 290.

Fig. 12—14. *Cucurbita melanosperma A. Br.* Hypokotyles Glied. Fig. 12 zeigt ein Spiralgefäss aus dem untern ausgewachsenen Theile, dessen Plasmakörper sich durch die Perforation hindurch vereinigt haben. Aus demselben Theile liegt in Fig. 13 ein Spiralgefäss vor, dessen dünnes Plasmahäutchen sich nur local von der Wand abgehoben hat. Die Protoplasten sind verschmolzen ebenso, wie in dem angrenzenden Tüpfelgefäss. Fig. 14. Spiralgefäss aus der Streckungszone mit langem durch die Perforation hindurchgehenden Plasmastrang. Vergr. 290.

Fig. 15. *Helianthus annuus L.* Tüpfelgefäss aus der ausgewachsenen Zone eines noch in Streckung befindlichen hypokotylen Gliedes. Durch die Perforation hindurch zieht ein feiner Plasmafaden. Vergr. 525.

Die Figuren wurden mit den angegebenen Vergrösserungen gezeichnet und dann auf die Hälfte verkleinert.

Ueber nachträgliche Verbindungen frei angelegter Pflanzenorgane.

Von

Karl Reiche.

(Hierzu Tafel XIII).

Der Begriff der »Verwachsung« hat in der Botanik zu Zeiten eine grosse, aber nicht immer glückliche Rolle gespielt. War es doch bekanntlich die ältere Morphologie, welche ihm besondere Bedeutung beimass, ohne ihn fruchtbar gestalten zu können, da sie ihn nicht kritisch umgrenzte. Die Bezeichnung: »gamopetal« ist ja ein Rest jener Anschauungsweise, wonach eine aus einem einheitlichen Stück bestehende Corolle aus einer »Verwachsung« hervorgegangen sein sollte. Die gegenwärtige Morphologie hat den Begriff der Verwachsung durch den des intercalaren Wachsthums beschränkt, indem sie, auf entwickelungsgeschichtlicher Grundlage fussend, nur dann zusammenhängende Organe als verwachsen betrachtet, wenn sie in einer früheren Lebensperiode als frei sich erwiesen; es ist demnach der heutige Begriff der Verwachsung durchaus von der ontogenetischen Entwickelung abgeleitet, er ist frei von jeder phylogenetischen Speculation. In dieser Fassung soll er auch den folgenden Untersuchungen zu Grunde gelegt werden. Dieselben beabsichtigen, die hierher gehörigen Fälle an einer Anzahl ausgewählter Beispiele zu classificiren, indem sie die histologischen Verschiedenheiten zum Eintheilungsgrunde nehmen, welche bei der Vereinigung getrennter Gewebekörper sich kundthuen.

Wir wollen zunächst innerhalb der Blüthenregion Umschau halten. Bei der gedrängten Stellung, welche die Perianthkreise innehalten, könnte man vermuthen, dass hier zu allererst Anlass zu Verwachsungen gegeben wäre; dies wird aber nur für das Gynaeceum bestätigt, während in den äusseren Kreisen solche Erscheinungen zu den Seltenheiten gehören. An Kelchen sind sie nur dann möglich, wenn die Sepala in ihrer ganzen Ausdehnung oder in ihren Zipfeln klappige Deckung zeigen; denn bei allen anderen Praeflorationen wird einmal der nöthige Verschluss der Knospe schon durch die übergreifenden Ränder bedingt und ausserdem würde ein dennoch verfolgendes Verwachsen der aufeinanderliegenden Flächenstücke ein Oeffnen der Knospen fast zur Unmöglichkeit machen. Als Beispiel möge der Kelch von *Fuchsia* dienen, dessen 4 mächtig entwickelte Zipfel im Knospenzustande leicht mit einander verbunden sind. Für die Krone mag zunächst *Tupa salicifolia* Don *(Lobelia* sect. *Tupa)* als Beispiel angeführt werden. Wie bekannt, krümmt sich die zunächst gerad-prismatische Krone bei fortschreitender Entwickelung schwanenhalsförmig und springt schliesslich unter dem Druck der Staubbeutel von oben her auf, wobei sie durch Längspaltung im Rücken einlippig wird. Dabei verlaufen die tiefer herabgehenden Theilungen in 3 Kanten, von denen (vor der Resupination) eine nach vorn, 2 nach den Seiten fallen. Junge Entwicklungsstadien zeigen, dass, jenen 3 Kanten entsprechend, die ganze Krone in 4 Theile zerfällt (Fig. 1. Taf. XIII), welche, ursprünglich getrennt von einander, später in Zusammenhang treten. Lange, nachdem die 4 Gewebekörper im Besitz einer deutlich nachweisbaren Cuticula sind, drücken sie sich durch vermehrtes tangentiales Wachsthum mit ihren Rändern fest gegeneinander. Unter dem Einfluss dieses Reizes beginnen die Epidermiszellen der gegenüberliegenden Ränder zu wachsen und keilen sich in einander ein. Da jede Epidermiszelle annähernd im Querschnitt ein gleichschenkliges Dreieck darstellt, so resultirt eine zickzack-ähnliche Verwachsungslinie, welche als Zahnnaht bezeichnet werden mag (Fig. 2, Taf. XIII). Der Act der gegenseitigen Vereinigung erfolgt durch Ausscheidung einer bindenden Substanz seitens der beiden Cuticulae, welche an gelungenen Präparaten nach Behandlung mit Schwefelsäure sich beide in der Zahnnaht nachweisen lassen. Zwischen ihnen werden dann feine Körnchen sichtbar, welche der verkittenden Substanz angehört haben und in ihrer stofflichen Natur der Cuticularmasse selber nicht fern zu stehen scheinen, wie aus unten zu berichtenden Beobachtungen hervorgehen dürfte. Im ganzen genommen ist diese Art der Verwachsung als keine besonders feste zu bezeichnen, da sie ja, zumal an der Spitze der Krone sowie in der Rückenfurche thatsächlich auch späterhin gelöst wird. Der sympetale Character der Krone von *Tupa* kommt demnach in reiner Form nur an jenem vor der Resupination nach hinten fallenden Stücke zum Ausdruck, welches durch intercalares Wachsthum einheitlich emporgehoben wird. Das gleiche gilt im wesentlichen für die Krone von *Selliera radicans* Pers, wie bei den nahen Beziehungen der Goodeniaceen zu den Campanulaceen, ja auch zu erwarten ist. Eine Verbindung durch Zahnnaht zeigen ferner die Zipfel der ♂ Blüthe und die 5 Kronblätter der ♀ Blüthe von *Carica papaya;* die Oeffnung erfolgt im einen Fall durch gesteigertes Wachsthum der Unterseite der Kronzipfel, im anderen von unten nach oben durch den Druck des Fruchtknotens. Die gegenseitige Verbindung ist so schwach, dass bereits ältere Knospen unter dem leichten Druck des trennenden Rasirmessers auseinanderfallen. Die verhältnissmässig dicken, fast fleischigen Kronentheile der *Papaya* weisen eine eigenthümliche Deckung auf, welche auch in der Orientierung der Zahnnähte zur Geltung kommt. Eichler[1]) schreibt ihnen convulative Praefloration zu, mit gelegentlichen Abweichungen, die sich aber wohl innerhalb der imbricaten Deckung bewegen dürften.

---

[1]) Blüthendiagramme II, S. 446.

Ich finde in den Kronzipfeln der ♂ Blüthe eine interessante Mischung der imbricativen und valvaten Deckung, wobei die letztere an der Aussen- die erstere an der Innenwand zur Geltung kommt, der Uebergang der einen zur anderen den Winkel in der Zahnnaht bedingt (Fig. 3, Taf. XIII); die fleischige Consistenz der Petala ist es, welche die imbricative Praefloration nicht rein zum Ausdruck kommen lässt[1]). *Carica Papaya* besitzt bekanntlich ein weiteres Interesse dadurch, dass die ♂ Blüthe sympetal, die ♀ choripetal gebaut ist, also zwei systematische Charactere ersten Ranges in sich vereinigt. Da aus anderen Gründen[2]) die Gattung als choripetal zu betrachten ist, so lag es nach den bei *Tupa* gewonnenen Erfahrungen nahe, die Sympetalie der ♂ Krone auf eine nachträgliche Vereinigung frei angelegter Glieder zurückführen, also als etwas secundäres sie betrachten zu wollen. Die Entwickelungsgeschichte ergiebt, aber zweifellos eine intercalare Entstehung des Corollentubus.

Echte Verwachsungen im Staminalkreise sind, wie es scheint, durchaus nicht häufig, da sich die hierher gezählten Fälle als durch intercalares Wachsthum einer basalen Zone oder durch Verzweigung einfacher Anlagen hervorgerufen erwiesen haben. Goebel[3]) giebt einen Fall echter Verwachsung für die Staubblätter von *Crataegus oxyacantha* an, wobei sogar die Glieder verschiedener Wirtel in gegenseitigen Zusammenhang traten. Dagegen gehört die von Eichler[4]) ausdrücklich als durch »nachträgliche Verwachsung ursprünglich völlig gesonderter Segmente« bedingte Bildung unregelmässiger Adelphien im Staminalkreis von *Citrus* nicht hierher, obwohl die leichte Trennbarkeit der einzelnen Glieder augenscheinlich für einen spät erfolgten, secundären Zusammenhang spricht. Indess, der Querschnitt lässt durchaus keine Verwachsungszone erkennen, die Entwickelungsgeschichte lässt ebensowenig etwas davon wahrnehmen, sondern es handelt sich auch hier nur um die Emporhebung eines gemeinsamen Basalstückes, welches jedoch zwischen den einzelnen Staubblättern mehr oder weniger tief gehende Einschnürungen zeigt. (Fig. 4, Taf. XIII); diese erklären zur Genüge die leichte Trennung der Adelphien. Da ausserdem das intercalare Wachsthum nicht auf der ganzen Peripherie gleichmässig erfolgt, so begreift sich, dass die Adelphien selber eine schwankende Gliederzahl haben. Ein zur Controle daneben untersuchtes Organ, dessen intercalares Wachsthum seit lange ausser Zweifel steht, nämlich die Staubfadenröhre einer Papilionaceenblüthe, zeigte genau dieselbe histologische Beschaffenheit wie die von *Citrus*.

---

1) Schumann. Zur Aestivation der Blüthen. Berichte d. d. bot. G. 1886. pg. 58.

2) Eichler, l. c. S. 446.

3) Goebel, Vgl. Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. Schenk's Handbuch IV. 1. pg. 298.

4) Eichler, Blüthendiagramme II. S. 325.

Ein exquisites und dabei in seiner Entwickelung, leicht zu verfolgendes Object bietet die mehrere Centimeter lange aus 5 verwachsenen Staubfäden gebildete Röhre, welche den cylindrischen Griffel der *Lobelia*-Blüthe umgiebt; ich untersuchte im speciellen *Tupa salicifolia* Don. (Fig. 1 u. 2) Auf Querschnitten durch das fertige Organ ergiebt sich, dass der ringförmige Körper aus 5 Theilen zusammengesetzt ist, die in 5 radienförmig verlaufenden Streifen fest verbunden sind. Entsprechend jüngere Stadien zeigen 5 freie Glieder, deren Ränder fest aneinander liegen und mit einer deutlich nachweisbaren Cuticula bekleidet sind. Die Cuticula an der Aussenseite und den Rändern der Staubfäden nimmt im Laufe der Zeit eine unebene Beschaffenheit an, und jene feinen, leicht abbröckelndeu Höckerchen sind es, welche durch den gegenseitigen Druck der tangential wachsenden Glieder fest in einander hineingepresst werden (Fig. 5, Taf. XIII). Aber diese immerhin doch oberflächliche Verbindung wird bald theilweise durch eine andere ersetzt; an zahlreichen Stellen der Verbindungszone wird die Cuticula (es handelt sich immer noch um sehr jugendliche Zustände) resorbirt und die beiden Epidermen der auf einanderstossenden Epidermiszellen treten in directe Verbindung, so dass eine Grenze zwischen beiden überhaupt nicht mehr zu erkennen ist. Die Stellen, wo die Cuticulae bestehen blieben, erscheinen jetzt als inselförmige Flecke auf einem breiten Cellulosestreifen, als mit einer dunkeln Masse ausgefüllte Unterbrechungen der gemeinsamen Membran (Fig. 6, Taf. XIII). Behandelt man Querschnitte durch den Staminaltubus mit Schwefelsäure, so bleiben jene Cuticularreste ebenso ungelöst, wie die gesammte Cuticula an der Aussenseite; auch gegen das Schultze'sche Macerationsgemisch erweisen sie sich sehr beständig; doch ergaben verschiedene Tinctionsversuche einige, wenn auch unbedeutende Abweichungen gegenüber der übrigen Cuticula hinsichtlich der Aufspeicherung von Farbstoffen. Chromsäure führte durch ihre die Mittellamellen zerstörende Wirkung eine Trennung der Gewebe-Elemente in allen Punkten, mit Ausnahme der Verwachsungszone, herbei. — Beachtenswerth erscheint in den eben geschilderten Vorgängen, dass Epidermiszellen, die für gewöhnlich nach Ausbildung der Cuticula ihre Entwickelung abgeschlossen haben, hier wiederum zum Schauplatz erneuter stofflicher Umsetzungen werden; sie vom Standpunkte der neueren Wiesner'schen Anschauungen über das Leben der Zellmembranen zu beurtheilen, verboten mir meine beschränkten optischen und sonstigen technischen Hülfsmittel. — Die Stamnialglieder verwachsen in einem viel jugendlicheren Alter als die Ränder der Kronblätter und dies macht die festere Verbindung jener im Vergleich zu diesen begreiflich. Danach haben wir zu erwarten, dass im Gynaeceum, dessen Glieder, falls überhaupt echte Verwachsung statthat, sich sehr zeitig vereinigen, eine durchaus einheitliche Verbindung zustande kommt. So liegen z. B. die Ränder des eingeschlagenen Fruchtblattes von *Phaseolos* — es wurden 1 1/2 mm lange Knospen untersucht — noch frei aufeinander; ihre Vereinigung erfolgt kurz darauf, ehe es noch zur Bildung einer deutlich nachweisbaren Cuticula gekommen ist. Demgemäss ist nach vollzogener Verschmelzung nichts mehr von der Linie zu erkennen, in welcher sie erfolgte, und die später daselbst (an der Ventralnaht) auftretende Trennungszone, welche das Aufspringen der reifen Hülse ermöglicht, ist eine Neubildung, welche mit der einstigen Grenzlinie der beiden Ränder des Fruchtblattes nur die Lage gemein hat. In gleicher Weise ist in der falschen Scheidewand, welche die Schote der Cruciferen durchsetzt, in dem fertigen Gewebe nichts mehr von der Zone zu erkennen, in welcher die einander entgegenwachsenden Ränder der beiden Gewebekörper sich vereinigten; der meristematische Charakter derselben erklärt es zur Genüge. Indess erfolgt innerhalb der Fruchtblätter die schliessliche Verbindung nicht immer so zeitig und so vollkommen, dass sie keine Spuren hinterliesse. So ist z. B. nach W. J. Behrens[1]) bei *Aechmea* und *Tulipa* eine deutliche Naht in der Verwachsungslinie der 3 Carpellränder zu erkennen, (l. c. pg. 8 und 13; tab. I, Fig. 23).

An Fruchtständen ist dann Gelegenheit zu Verwachsungen gegeben, wenn die einzelnen mit zunehmender Reife sich vergrössernden Früchte auf engem Raume zusammen stehen, wie es z. B. bei Ananas und Maulbeere der Fall ist; doch muss ich aus Mangel an geeignetem Material auf Darlegung des histologischen Details verzichten. Uebrigens sind zusammenhängende Früchte nicht immer das Ergebniss nachträglicher Verwachsung, sondern beruhen, wie bei manchen *Lonicera*-Arten, auf der Weiterentwickelung von Fruchtknoten mit gemeinsamem Basalstück. Dagegen findet sich eine in unsere Untersuchung einschlägige Erscheinung in jenem kugeligen Gehäuse, welches, aus der verhärtenden Perigonbasis hervorgegangen die Frucht von *Mirabilis* umhüllt. Ich habe an anderer Stelle[2]) die Histologie dieses Gebildes erörtert und verweise hier auf pg. 12 und tab. XXXII, Fig. 1—3 der Abhandlung. Wie zumal aus Fig. 3 zu ersehen, stossen die 5 im Scheitel des Gehäuses verlaufenden Leisten in der Mitte zusammen und verwachsen dabei mit ihren Seitentheilen, der Anblick der gemeinschaftlichen Zone gleicht der im Staminaltubus von *Tupa*, nur dass Resorptionen der Cuticula nicht vorkommen, auch hier lassen sich nach Behandlung mit Schwefelsäure feine Körnchen zwischen den Cuticulae nachweisen, die vermuthlich der verkittenden Cuticularsubtanz angehören.

Blicken wir auf die eben behandelten Verwachsungserscheinungen in der Blüthenregion zurück, so ergiebt sich, dass sie, mit Ausnahme der das Gynaeceum betreffenden Fälle, den Charakter zufälliger, d. h. für das Leben der Pflanze wenig bedeutungsvoller Erscheinungen tragen; die morphologische Bedeutung echter Verwachsungen ist ebenfalls eine geringe. Hier wäre wohl nur ihr nothwendiges Zusammenfallen mit der valvaten Deckung zu erwähnen, bei welcher einzig und allein die Ränder der Perianthblätter fest aneinander gepresst werden. Uebrigens ist bemerkenswerth, dass Gewebeelemente, welche seit ihrer Anlage mit einander in der nächsten Berührung stehen, eine weichhäutige Beschaffenheit bewahren und durch den Turgor der einzelnen Elemente auch aneinander gepresst werden, doch nicht in organische Verbindung mit einander treten. Im Fruchtfleische von *Citrus* haben wir ein Beispiel. Die einzelnen safterfüllten Schläuche, welche es zusammensetzen, lassen sich leicht von einander abheben. — Hinsichtlich der Art und Weise der Verwachsung lassen sich zwei extreme, aber durch allmähliche Uebergänge verbundene Fälle unterscheiden. Dem einen gehören die Zahnnaht-Verbindungen an, welche in einem relativ späten Alter der Blüthe entstehen, die Cuticulae beider vereinigter Epidermen dauernd nachweisbar erhalten und schliesslich beim Oeffnen von Kelch oder Krone wieder gelösst werden. Sie mögen als Verkittungen bezeichnet und durch die Erscheinungen in der Krone von *Tupa* oder *Carica* veranschaulicht werden. Ihnen stehen als anderes Extrem solche Verwachsungen entgegen, die, sobald sie einmal vollzogen, überhaupt nicht mehr nachweisbar sind, da sie vor Ausbildung einer deutlichen Cuticula erfolgten; diese als Verschmelzungen zu characteritirenden Fälle finden durch das Beispiel der Fruchtknotenbildung von *Phaseolus* ihre Erläuterung. Zwischen beiden Extremen mag die Verwachsung der Glieder des Androeceums von *Tupa* ihren Platz finden; sie entspricht durch theilweise Erhaltung der Cuticula einer Verkittung, durch theilweise Resorption derselben einer Verschmelzung.

---

[1]) W. J. Behrens, Untersuchungen über den anatomischen Bau des Griffels und der Narbe. Diss. 1875.

[2]) K. Reiche, Ueber anatomische Veränderungen, welche in den Perianthkreisen der Blüthen während der Entwickelung der Frucht vor sich gehen. Pringsh. Jahrb. XVI.

Ebenso wie in der floralen, so spielen auch in der vegetativen Region die Verwachsungen eine secundäre, meist nicht durchgehend wahrnehmbare Rolle. Es sind hier zunächst Verbindungen zwischen Organen verschiedener Pflanzen zu besprechen, und sodann solche zwischen Gewächsen und leblosen Gegenständen.

Erstere sind entweder rein zufälliger Natur, oder absichtlich herbeigeführt oder parasitären Ursprungs. Wie aus den Darstellungen Franks[1]) hervorgeht, kommen Verwachsungen nur vor als Folge von Verwundungen, welche das Periderm zerstörten und somit, falls die betreffenden Theile einander hinreichend nahe waren, die Cambiumzonen in Berührung brachten. Baumwurzeln, junge Stämme und Zweige in dichten Hecken prädisponiren am meisten zu solchen Erscheinungen. Wenn nach verwandten bei Parasiten beobachteten Vorkommnissen geurtheilt werden darf, so legen sich unter Abscheidung einer minimalen, verkittenden Schicht die Membram der dazu günstig gelegenen Cambiumzellen an-

---

1) **Frank**, Die Pflanzenkrankheiten. Schenks Handbuch d. Bot. I, S. 392—393.

einander und bedingen so in ihrer Gesammtheit ein einheitliches Gewebe. Zuweilen scheinen organische Verwachsungen vorzuliegen, wo in Wirklichkeit nur feste gegenseitige Einpressung wahrzunehmen ist. Drei 6jährige in ihrem grössten Durchmesser 1½ cm dicke Stämme der hier üppig gedeihenden *Glycine sinensis* L. waren so fest in Schraubenlinien um einander gewachsen, dass unter dem gewaltigen Druck die Stämme in ihrer geometrischen Axe mit Winkeln von 120° zusammenstiessen, das Rindenparenchym unentwickelt und die Bastfaserzüge in ihrer Richtung abgelenkt waren. Obwohl diese innige Vereinigung schon seit früher Jugend stattgefunden hatte (wie andere analoge Vorkommnisse jeden Altersgrades bewiesen), so hatte doch die primäre Epidermis so wie das darauf folgende Periderm eine eigentliche Verwachsung vereitelt, indem deren abgestorbene Zelllagen den Contact wachsthumsfähiger Gewebe verhinderten. Dazu kommt, dass die Epidermis mit Haaren bekleidet ist, welche an und für sich schon eine äusserste Annäherung erschweren. Ist nun hier auch in histologischem Sinne nicht von einer Verwachsung zu reden, so liegt doch eine solche im physiologischen Sinne vor, indem die 3 verbundenen Stämme den Anforderungen der Aussenwelt gegenüber wie ein einziger sich verhalten. — Von der Thatsache, dass wachsthumsfähige Zonen verschiedener Stämme sich vereinigen — allerdings nur soweit es die noch nicht erforschte specifische Eigenart derselben zulässt, — macht man bekanntlich im Pfropfen und Oculiren den weitgehendsten Gebrauch (Vergl. dazu die bei Frank l. c. aufgeführte Litteratur). Auch die Parasiten bemächtigen sich ihrer Nährpflanzen erst nachdem Verwundungen der letzteren stattgefunden haben; nur dass diese nicht zufällig oder durch Menschenhand entstehen, sondern vom Parasiten herbeigeführt werden. Dadurch aber sind Verschiedenheit in Bezug auf die Verbindungen der Gewebe bedingt, wie sie in den erstgenannten Fällen nicht vorkamen. Fanden dort in einer scharfbegrenzten, wachsthumsfähigen Zone die Vereinigungen der Gewebe statt, so treten hier ausgiebige Durchdringungen des Wirthes seitens des Parasiten auf, theils unter Zustandekommen echter Verwachsungen, theils ohne solche. Der letztere Fall wird beispielsweise durch *Cuscuta* repräsentirt (untersucht wurde *C. chilensis*). Das Haustorium löst sich im Innern des Wirthes in divergirende, plasmareiche Zellfäden auf, welche die Zellwandungen der Gewebe durchqueren ohne aber mit einer derselben in feste Verbindungen zu treten. In gleicher Weise inficiren *Peronospora*, *Pilostyles* u. a. ihre Wirthe[1]). Wesentlich anders dagegen verhält sich *Loranthus tetrandrus* Ruiz et Pav. und Verwandte. Allerdings durchquert auch hier die Senkwurzel die äusseren Schichten der Rinde, ohne eigentliche Verwachsungen zu zeigen, aber ihre Endigungen gehen mit dem Gewebe des Holzes, dessen Elemente sie

---

1) Vergl. **Haberlandt**, Physiologische Pflanzenanatomie pg. 167—169.

bei ihrem Vorwärtsschreiten zur Seite drängten, feste Verbindungen ein, indem die Aussenflächen der Zellen an ihrer einander zugewandten Seite mit einander verkittet werden. Dabei ist nun zu beobachten, dass das unverholzte Grundgewebe der Senkwurzel an seiner Peripherie, also da, wo es mit den Holzfasern des Wirthes in Berührung kommt, gleichfalls holzige Beschaffenheit annimmt. Es beweist dies, dass nicht nur Stoffverkehr vom Wirthe zum Parasit, sondern auch in umgekehrter Richtung stattfindet. Die Holzreaction im Gewebe des Senkers wird in dem Maasse allmählich schwächer, als man dem Centrum sich nähert, und erlischt, ehe dies erreicht wird. Untersucht man auf Tangentialschnitten des Wirthes die Stelle, wo sich der Senker (der dann natürlich im Querschnitt getroffen ist) an einen Markstrahl anlegt, so kostet es einige Mühe in dem gleichförmigen parenchymatischen Zellnetz die Antheile von Wirth und Parasit herauszufinden. Ausser der Verwachsung an den Enden des Senkers finden noch solche, wie bekannt, in einer weiter ausserhalb gelegenen Cambiumzone statt, welche mit der des Wirthes in Verbindung steht. Vergleichen wir jetzt nochmals *Cuscuta* und *Loranthus*, so ergibt, sich, dass die Verbindungsweise der ersteren mit ihrer Nährpflanze eine weit lockere, der ephemeren Natur des Gewächses entsprechende ist, als die des auf seinem Wirthe jahrelang vegetirenden *Loranthus*. Ausserdem ragen bei ersterem die feinen Enden des Haustoriums direct in den Zellinhalt, wie in eine Nährlösung, hinein, während bei letzterem der osmotische Verkehr durch 2 Zellwände stattfindet, also wie sonst im Gewebeverbande üblich. Ausser den beiden so eben charakterisirten Verbindungs- bezw. Verwachsungsformen zwischen verschiedenen Pflanzen, welche als Durchdringungen bezeichnet werden mögen, wäre noch eine dritte denkbar, dass nämlich der Parasit durch gleitendes Wachsthum unter Trennung der Mittellamellen sich fortschöbe, also wie die ungegliederten Milchröhren verführe. Es ist ja bekannt, dass diese nicht in organischer Verwachsung mit dem angrenzenden Gewebe stehen, sondern sich leicht aus demselben herauspräpariren lassen. Doch habe ich weder selbst einen analogen Fall zwischen Nähr- und Schmarotzerpflanze beobachten noch in der mir zur Verfügung stehenden Litteratur einen solchen ausfindig machen können. Auch über die Art und Weise, wie die Berindungszellen von *Chara* dem Stengel sich anlegen, konnte ich mir aus Mangel an Material kein Urtheil bilden (1). Im Vorstehenden hatte es sich darum gehandelt, die gegenseitige Verbindung vegetativer Organe des Pflanzenkörpers zu betrachten; gehen wir schliesslich dazu über, die Verwachsungen pflanzlicher Organe mit anorganischen Substanzen zu betrachten. Hier haben wir als eine allgemein verbreitete Erscheinung im Pflanzenreiche zu erwähnen die bekannte Vereinigung der Wurzelhaare mit festen Bodenpartikelchen,

---

1) Citirt bei Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie pg. 151.

welche einerseits der Verankerung des Gewächses im Erdreich, andererseits ernährungs-physiologischen Zwecken dient. Wie bereits Schwarz[1]) nachgewiesen, beruht dieselbe auf einer Verschleimung der äussersten Wandungsschicht, welche besonders im gefärbten Zustande sich deutlicher hervorhebt. Das auslösende Moment zu dieser Erscheinung ist wohl in dem Druck zu suchen, welche das Wurzelhaar an der betreffenden Stelle erfährt; erfolgt doch z. B. die Vereinigung der Kronen- und Staubblätter von *Tupa* auch nur als Antwort auf den durch die gegenseitige Pressung ausgeübten Reiz. Im grössten Massstabe finden Vereinigungen von Pflanzenkörpern mit ihrem anorganischen Substrat bei manchen Fucaceen statt. So sitzt z. B. die an der chilenischen Küste häufige und sehr kräftige *Durvillea utilis* Bory mit Haftscheiben fest, welche an grossen Exemplaren über 1 dm im Durchmesser haben. Die Vereinigung mit dem Gestein oder Muschelschalen ist dabei eine so feste, dass eine mechanische Loslösung vollständig unmöglich ist. Der Körper der Haftscheibe dringt vermöge seiner Plasticität in kleine Risse oder Faltungen der Unterlage ein, gerade so, wie ein dickflüssiger Klebstoff es thun würde. Dass dieser etwas weit hergeholte Vergleich einer thatsächlichen Grundlage nicht entbehrt, mag man aus folgendem entnehmen. Gelegentlich findet man *Durvillea* auf Muschelschalen angesiedelt, die ihrerseits schon von den Gehäusen eines *Balanus* besiedelt sind. Ueber deren obere Oeffnung legt sich die Haftscheibe hinweg, indem sie ein Stück in den Hohlraum hineinwächst. Die freie Oberfläche dieses Fortsatzes hat genau die halbkugelige Gestalt, die ein frei herabhängender Tropfen annimmt, sodass man unwillkürlich an eine erstarrte, einstmals zähflüssig gewesene Masse erinnert wird. Damit soll nicht im entferntesten gesagt sein, dass sich das fragliche Gewebe jemals in diesem Zustande befunden habe, nur seine weitgehende Ductilität soll damit veranschaulicht werden. Die mikroskopische Untersuchung, combinirt mit verschiedenen Färbungen, ergibt keine wesentliche Verschiedenheit des Gewebes auf der Unterseite der Haftscheibe im Vergleich zu irgendwelchem Punkte der Stammesoberfläche. Bei der durchgehends schleimigen oder doch zu schneller Verschleimung geneigten Beschaffenheit dieser Alge scheinen auch besondere einer Anheftung Vorschub leistende Eigenthümlichkeiten unnöthig. Sehen wir doch ausserdem Haftscheiben auch an anderen Orten des Algenkörpers auftreten, z. B. werden Sprossenden der Floridee *Pleocamium coccineum*[1]) zu solchen Organen umgewandelt. Solche Gebilde haben bekanntlich auch unter den Phanerogamen ihre Vertreter. So werden die Endigungen der Ranken von *Ampelopsis* und manchen *Cissus*-Arten zu Haftscheiben umgeformt, welche so fest z. B. mit dem Kalk-

---

1) Goebel, Vergl. Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. Schenks Handbuch III 1. pg. 153. Fig. 14.

bewurf einer Mauer sich vereinigen, dass bei ungestümen Herabreisen des Gewächs nicht das Gewebe der Haftscheibe in Stücke geht, sondern der Zusammenhang des Bewurfes sich löst. — Will man nach einem kurzen Ausdruck suchen zur Bezeichnung der Verwachsungen zwischen pflanzlicher Gewebekörper und anorganischen Substraten, so möchte mit dem Worte »Verklebungen« wohl der Thatsache Ausdruck gegeben sein, dass in den genauer untersuchten Fällen thatsächlich eine Verschleimung der äusseren Lagen des betreffenden Organes stattfindet.

Diese zum Zwecke einer übersichtlichen Eintheilung der Verwachsungsvorgänge vorgeschlagene Unterscheidung in Verkittung, Verschmelzung, Durchdringung und Verklebung soll durchaus kein festes Schema, sondern nur Haupttypen der Erscheinungsformen darstellen. Sahen wir doch bereits oben, wie im Staminaltubes von *Tupa* eine Zwischenstufe zwischen Verkittung und Verschmelzung wahrzunehmen ist; auch kann dieselbe Art in verschiedenen Organen einem verschiedenen Verwachsungsmodus folgen, wie ebenfalls *Tupa* in Krone und Androeceum gelehrt hat. Ferner combiniren sich Durchdringungen häufig mit Verschmelzungen, wie die oben besprochene substantielle Uebereinstimmung der Peripherie einer Senkwurzel mit dem umgebenden Holzgewebe bewies, und schliesslich dürfte die Grenze zwischen Verschmelzungen und Verklebungen überhaupt eine fliessende sein.

Constitucion (Chile; Provinz Maule). 5./V. 1891.

Erklärung der Figuren auf Taf. XIII.

Fig. 1. Diagramm der Kron- und Staubblätter von *Tupa salicifolia* Don.
Fig. 2. Zahnnaht-Verwachsung der Kronblätter von *Tupa salicifolia* Don. 500 : 1.
Fig. 3. Diagramm der Kronzipfel von *Carica papaya* L.
Fig. 4. Querschnitt durch einen Theil der Staubfäden-Röhre von *Citrus Limonium* L. 80 : 1.
Fig. 5. Epidermis mit Cuticula der verwachsenden Staubfäden von *Tupa salicifolia* Don. 500 : 1.
Fig. 6. Querschnitt durch die Verwachsungszone aus dem Staminalkreis von *Tupa salicifolia* Don. 500 : 1.

Ueber das Protococcaceen Genus Actidesmium.

Von

P. F. Reinsch.

(Hierzu Tafel XIV u. XV).

Diese eigenthümliche, in der Structur des Coenobiums und in ihrem reproductiven Verhalten ganz isolirte Protococcace ist seit der ersten Mittheilung hierüber[1]), meines Wissens, seither noch von keinem Beobachter der Süsswasser-Algen an irgend einem anderen Orte als dem zuerst bekannt gewordenen constatirt worden. Die Pflanze dürfte dem genauen Beobachter der Süsswasser-Algenflora irgend eines Gebietes wohl kaum entgangen sein, da die auffällige Structur der nicht unansehnlichen Pflanze in dem Gemenge einzelliger Algen (Desmidien und Palmellen), worin sie sich immer vergesellschaftet findet, die entwickelten Coenobien sofort erkennen lässt. Der Grund hierin liegt wohl in der kurzen Dauer der Erscheinung der Pflanze und jedenfalls auch in der Seltenheit des Vorkommens dieses interessanten Organismus. Das Genus lehnt sich, nach meinen jetzigen Erfahrungen, einerseits an die Pediastrien, andrerseits an Hydrodiction, auch mit Sciadium zeigt sich in einer Hinsicht einige Verwandtschaft.

Die früher gegebenen Abbildungen stellen nur denjenigen Zustand der Pflanze dar, in welchem die für die nächstfolgende Vegetationsperiode bestimmten Dauersporen schon gebildet sind. Die früher gegebene Diagnose des Genus: »Thallus ex cellularum familiis in pedicellis hyalinis radialiter cohaerentibus dispositis formatus; cellularum familiae subsphaericae ex cellulis 8—12 is sphaericis in pedicellis hyalinis radialiter dispositis compositae« ist nach den jetzigen vorliegenden Beobachtungen im Allgemeinen hinsichtlich der Structur des Coenobiums noch zutreffend. Diese Diagnose erleidet jedoch eine Erweiterung und eine genauere Präcisirung in den morphologischen und biologischen Verhältnissen in der Anordnung des entwickelten Coenobiums.

Die Pflanze habe ich seither (seit 1872) nur an einem einzigen Standorte im Gebiete auffinden können und seit einer Reihe von Jahren sammle und beobachte ich die Pflanze daselbst[2]). Die Pflanze stellt sich regelmässig mit der Entwicklung der Tetrasporaarten (natans, lubrica) und der zuerst erscheinenden Palmellaceen (Palmodactylon, Rhaphidium, Palmella) je nach der Beschaffenheit der Jahreszeit, Ende März bis Mitte April, ein. Sie verbleibt während des Mai auch noch Anfang Juni, verschwindet aber dann plötzlich, auch wenn der Standort, der von Sickerwasser gespeist wird, noch Wasser enthält.

---

[1]) P. F. Reinsch, Contrib. ad Algol. 1874. Tab. VIII. Chlorosp. Fig. 2*a*, *b*, *c*, p. 78.

[2]) Der Standort ist ein im Spätsommer und Herbste gewöhnlich trockener oder nur feuchter, beiderseits beschatteter Waldgraben im Sebaldiforste bei Erlangen. Auch an diesem Orte habe ich die Pflanze nur an zwei Stellen constatiren können, an diesen aber regelmässig alljährlich. Die Ränder des Grabens sind mit Polytrichen

Ich bin jetzt durch mehrere Jahre hintereinander von demselben Standorte entnommene Specimens während der Dauer des Erscheinens der Pflanze in den Stand gesetzt, einige genauere Daten über die biologischen und morphologischen Verhältnisse mittheilen zu können. Einzelne Lücken in dem Entwicklungscyklus während der kurzen Dauer des Organismus, namentlich über das Schicksal und die Natur der ausschwärmenden Zellgenerationen und wahrscheinlich auch über die Art der Bildung der warzigen, dickwandigen Dauersporen müssen noch ergänzt werden. Die verschiedenen Zustände, in denen die Pflanze vorkommt, zeigen schon, dass hier complicirtere Organisationsverhältnisse vorliegen als bei den verwandten Protococcen (Pediastrum, Hydrodiction, Sciadium). Actidesmium erweist sich in seinen biologisch und morphologisch ganz verschiedenen Tochterzellgenerationen, die theils im Coenobium verbunden bleiben, theils als wahrscheinlich ungleichwerthige Gonidien ausschwärmen, als ein ganz eigenartiger Typus.

Meine Beobachtungen im vorletzten sehr normalen Frühjahre haben die biologischen Verhältnisse etwas weiter geführt als in den vorhergehenden Jahren, da, wie es scheint, auch einzelne im April oder Mai noch eintretende Frostnächte die Pflanze in ihrer Ausbildung behindern. Ich beobachtete schon früher gleichzeitig mit entwickelten Coenobien den Taf. XIV, Fig. 6 u. 7 abgebildeten Zustand. Ich hatte diese 10—16zelligen, freischwimmenden Körper als einen eigenen Typus angesehen und im Herbar als ein dem Selenastrum oder auch dem Actinastrum Lagerh. verwandtes eigenes Genus aufbewahrt. Nach meinen letztjährigen Beobachtungen stellt dieses Gebilde den ersten Zustand des Actidesmium coenobiums dar. Die unmittelbare Entstehung aus der warzigen sphärischen Dauerspore (Taf. XIV, Fig. 15) habe ich zwar noch nicht direct constatiren

---

bewachsen, der Grund theilweise mit Sphagnen und Hypnum fluitans und einzelnen Juncus supinus var. fluitans. Man gewinnt die Pflanze durch Auspressen des eingeschlossenen Wassers einiger ausgerissener Büschel der inneren Grabenvegetation. In dem nach einigen Stunden ruhigen Stehens der Flüssigkeit gewonnenen Präcipitate findet man alsdann die Coenobien des Actidesmium in allen Stadien ihrer Entwicklung mit Palmellen, Desmidien und anderen Protococcaceen mit einigen Diatomeen vermischt. Versuche der Verbreitung und Ansiedelung in einigen anderen benachbarten Wassergräben des Forstes scheinen erfolglos geblieben zu sein. Auch eine Weiterentwicklung im Gefässe zu Hause gelingt nicht oder sie vollzieht sich sehr rasch und bringt abnorme Coenobien hervor, auch wenn man die Pflanze mit ihrer lebenden Umgebung von Sphagnen belässt.

können; ihr genetischer Zusammenhang mit der Entwicklung des Actidesmium coenobium ist aber unzweifelhaft. Die Actinastrum ähnlichen Körper erscheinen plötzlich sehr zahlreich, während entwickelte Actidesmiumcoenobien noch sehr vereinzelt sind, sie sind verschwunden, wenn in dem Algengemenge nur mehr entwickelte Coenobien (am Ende der Vegetationsperiode) vorhanden sind.

Es ist als sicher anzunehmen, dass die Art der Entwicklung der radial verbundenen 10—16 Zellen ein Analogon ist der nach dieser ersten Generation sich vollziehenden Entwicklung der zweiten und der dritten Zellgeneration, welche letztere direct beobachtet ist. Die Zellen sind Characium ähnlich gestaltet und organisirt (Taf. XIV, Fig. 8). Im Inhalte findet sich neben feinkörnigem, zartgrün tingirtem Plasma eine grössere, mehr aber als die Hälfte des Volumens ausmachende glashelle Vacuole (α); es fehlt ein deutlicher Chromatophor. Die schwach verjüngten Pole der in der Grösse wenig differirenden Zellen (Cong. 33—35 μ, Lat. 7—9 μ) sind in einem einzigen schwach verdickten Knötchen vereinigt. Bisweilen sitzen auch zwei oder mehrere Zellen ausserhalb dieses letzteren und verbleiben auch im entwickelten Zustande des Coenobiums in dieser Lage (Taf. XV, Fig. 2). Diese Characium ähnlichen Zellen seien als »lanceolate Zellen«, zum Unterschiede von den anderen schon in der Form abweichenden, bezeichnet. Bald nach diesem Zustande verschwindet die Vacuole, es erscheinen mehrere Zellkerne, das Plasma erscheint stärker tingirt; die Zellen wachsen noch etwas heran (bis fast $^1/_8$ der anfänglichen Dimensionen) und es erscheint der ganze Inhalt zuletzt in 6—10 deutlich unterscheidbare Partieen separirt (Taf. XIV, Fig. 8, 6, 11), ähnlich wie bei der Hydrodiction und Pediastrumzelle.

Das fernere Verhalten dieses ersten Zustandes des Actidesmium coenobiums weicht sehr wesentlich ab von den übrigen Protococcaceen mit mehrzelligem Coenobium und zeigt nur einige Aehnlichkeit mit Sciadium in Hinsicht des Verhaltens der Tochtercoenobien. Bei der grösseren Anzahl der Verwandten, bei Hydrodiction, Pediastrum, Coelastrum, Sorastrum tritt keine weitere Veränderung in dem aus den ausgeschwärmten Gonidien gebildeten jungen Coenobium ein. Die anfänglich um ein Mehrfaches kleineren gleichgestalteten Zellen wachsen rasch heran und erlangen in kurzem nach ihrer Geburt die Form-, Grössen- und Structurverhältnisse, deren Merkmale in den phytographischen Schriften zur Umgrenzung der Arten und Genera zu Grunde gelegt werden.

Die fernere Entwicklung des jugendlichen Actidesmium coenobiums bedingt eine Reihe complicirter Verhältnisse, wodurch sich dieses Genus bedeutend von Hydrodiction, den Pediastreen und den Coelastreen, sowie dem näher verwandten Sciadium unterscheidet. Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, aus den angegebenen Gründen die Lebensgeschichte des Organismus in ihrem zusammenhängenden Verlaufe zu studiren und beschränke ich mich auf die bis jetzt seit einigen Jahren regelmässig gesammelten Daten, in welchen sich jedenfalls alle Vorkommnisse in den Entwicklungszuständen des Coenobiums befinden.

Mehrere aufeinander folgende Generationsfolgen neuer Tochtercoenobien, welche miteinander verbunden bleiben, unterscheiden Actidesmium sehr wesentlich von den anderen verwandten Genera mit mehrzelligem Coenobium. Die nähere Kenntniss der Natur, d. h. des biologischen Verhaltens dieser Generationsfolgen, wird jedenfalls auch auf die analogen Vorgänge bei den verwandten Genera einiges Licht werfen. Denn es lässt sich nicht leugnen, dass die vorliegenden Beobachtungen über Pediastrum, Hydrodiction und die Coelastren noch mancherlei Berichtigungen und Erörterungen bedürfen, namentlich über die supponirte Identität von Polyedrium mit den polyedrischen Zygoten von Pediastrum und Hydrodiction, wonach Polyedrium nichts anderes wäre als ein einzelliger Zustand dieser beiden Genera [1]). Soviel die Beobachtungen über Pediastrum und Hydrodiction ergeben haben, resultiren bei beiden Genera aus den Zellen des bei den verschiedenen Species ganz gleichförmig entwickelten Coenobiums biologisch ungleichwerthige Generationen von Tochterzellen. Die einen (die Macrogonidien) ohne einen Generationswechsel sofort nach ihrer Geburt zu Ruhezellen werdend und in parenchymatischer (Pediastrum) oder in reticulärer Verbindung (Hydrodiction) zu einem fertigen Coenobium heranwachsend, während die anderen aber (die Microgonidien) ausschwärmend und nach vollbrachter Paarung in Zygoten sich umgestaltend, noch einen Generationswechsel durchlaufen, unabhängig und ohne Zusammenhang mit dem mütterlichen Coenobium. Die polyedrische Zygote wird Ruhespore für die nächste Vegetationsperiode, oder aber aus ihr entsteht noch während der nämlichen Periode ein neues Coenobium.

In der Bildungsweise des Actidesmium coenobiums machen sich, wie angedeutet, grössere Unterschiede bemerkbar als bei irgend einem der bekannten Genera der Gruppe und es tritt in der That eine gewisse Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung des Actidesmium coenobiums ein, welche Formverschiedenheiten alle sich nur auf verschiedenartige biologische Funktion innerhalb der Coenobiumzellen zurückführen lassen. Die Coenobiumzellen I. Ordnung entwickeln sich nach zwei Richtungen. Es entstehen, wie bemerkt, entweder lanceolate oder aber sphärische

---

1) Askenasy, Ueber die Entwicklung von Pediastrum. Ber. d. bot. Ges. VI. p. 129. — Aus meinen letztjährigen Beobachtungen habe ich einige sehr instructive Beispiele aufbewahrt, welche das Verhalten gerade derjenigen Polyedrium-Species sehr eklatant beleuchten, welche von einigen Autoren als Ruhesporen der Pediastreen gehalten werden; nämlich der tetraedrischen. Ich habe in einigen Fällen die zu einem kugeligen Körper vereinigte Tochtergeneration des Pol. tetraedricum vorgefunden. Die Tochterzellen hatten $^1/_3$ des Volumens des Pol. tetr. forma typica (Reinsch, Polyedr. in Notarisia. XI. p. 505. Taf. V, 1 e).

Zellen. Die ersteren entwickeln entweder freie Gonidien oder neue Generationen von Tochterzellen, welche im Coenobium verbleiben. Bei den letzteren erscheint die Entwicklung im mütterlichen Coenobium selbst als abgeschlossen (Taf. XIV, Fig. 13. Fünf Tochtercoenobien II. Ordnung aus sphärischen Zellen, ein in Tochtercoenobien III. Ordnung fortentwickeltes Tochtercoenobium II. Ordnung). Es lassen sich alle vorkommenden Coenobien in 3 oder 4 Gruppen bringen, welche alljährlich sich wiederholen, mit einem gewissen Rhythmus aber wahrscheinlich, indem in einem Jahrgange vorwiegend Coenobien mit sphärischen Zellen, in einem anderen Jahrgange neben diesen mehr zahlreiche Coenobien mit lanceolaten Zellen gebildet werden[1]).

Der einfachste Fall der Bildung des Actidesmiumcoenobiums ist der, dass aus der Dauerspore sich nur eine einzige Generation von Tochterzellen bildet (also ein Coenobium I. Ordnung). In diesem Coenobium liefern die einzelnen Tochterzellen entweder eine zweite Generation freier Gonidien, die ausschwärmen (Taf. XV, Fig. 2), oder in dem anderen Falle, die erste Zellgeneration bildet sich um zu sphärischen, dickwandigen und warzigen Dauersporen (Taf. XIV, Fig. 5. Noch nicht völlig ausgebildete Dauersporen). Dass die Tochterzellbildung sowohl durch Zelltheilung als auch durch freie Zellbildung eintreten kann, ist aus den verschiedenen Vorkommnissen solcher Coenobien sehr wahrscheinlich (Taf. XIV, Fig. 1, 2, 4, 5).

Die warzigen Dauersporen haben bald ihre völlige Ausbildung erreicht. Sie wachsen im Coenobium rasch heran und ihre Membran erlangt bald ihre Ausbildung. Der Durchmesser noch im Coenobium befindlicher unterscheidet sich wenig von solchen im freien Zustande. Der Durchmesser bewegt sich zwischen 11 und 14 μ. (Die früher angegebene Messung Contribution. ad Alg., p. 78, ist um 2 μ zu klein angegeben worden). Im freien Zustande der Dauersporen und auch bei solchen noch im Spätsommer beobachteten, nachdem die Pflanze längst zu Grunde gegangen ist, ist der Durchmesser um 2 bis $2\frac{1}{2}$ μ grösser.

Bei dem zweiten Fall entwickelt sich die zweite Generation entweder in lanceolate (Gonidien entwickelnde) Zellen (Taf. XIV, Fig. 10; Taf. XV, Fig. 5), oder zu dickwandigen Dauersporen (Taf. XIV, Fig. 14; Taf. XIV, Fig. 9, noch nicht völlig entwickelte Dauersporen). Eine Weiterentwicklung einzelner Zellen solcher Coenobiumzweige mit sphärischen Zellen findet nie statt. Es lässt sich daher aus diesem Verhalten schliessen, dass die sphärischen Zellen einen Ruhezustand darstellen, oder wenigstens eine Stufe, in welcher die vegetative Zellvermehrung im Coenobium zum Abschlusse gekommen ist. Die Bildung sphärischer Dauersporen im Coenobium findet in den meisten Fällen in der zweiten Generation statt, seltener in der ersten Generation und noch seltener in der dritten Generation statt.

---

[1]) Der Jahrgang, in welchem die Pflanze entdeckt und von welchem später die Beschreibung mitgetheilt worden ist (oben l. c.), scheint ein solch ersterer gewesen zu sein, da, wie meine Notizen ergeben, nur solche Coenobien, wie die abgebildeten, auf welche auch die frühere Genusdiagnose sich bezieht, sich vorfanden.

Bei dem dritten Fall findet nach der zweiten Generation die Bildung einer dritten Generation (jedoch nur ausnahmsweise) statt, welche sich entweder zu lanceolaten Zellen oder zu sphärischen Sporenzellen umgestaltet. Mit der Bildung einer dritten Generation, also von Tochtercoenobien 3. Ordnung, ist die Entwicklung des Coenobiums der dritten Gruppe abgeschlossen (Taf. XV, Fig. 3).

Die Coenobien aus drei Generationen zusammenhängender Tochtercoenobien finden sich nur vereinzelt unter den Coenobien der I. und II. Gruppe. Sie werden jedoch nicht etwa als ein abnormer Bildungsprocess aufzufassen sein. Denn es erweist sich vielmehr in diesem Vorgange lediglich die Tendenz zur Hervorbringung einer complicirteren Generationsfolge, als diejenige ist, innerhalb deren das Leben der Pflanze der Regel gemäss verfliesst, und es ergiebt sich demgemäss, dass diese erneute Generationsfolge, wie es auch wahrscheinlich ist, für die Fortdauer des Organismus zwecklos sei. Da der normale (d. h. der häufigere) Lebenscyklus innerhalb einer einzigen oder häufiger zweier Generationsfolgen von Tochterzellen verläuft, so lässt sich nicht absehen, warum noch eine dritte Generation, d. h. die Bildung eines Coenobiums III. Ordnung, von nöthen ist, wie das eigenthümliche seltene Coenobium (Taf. XV, Fig. 3) beweist und gleichsam nur appendiculär neben der Hauptfunction des Actidesmium coenobiums ins Dasein tritt.

Dass schon in den Tochterzellen der ersten Zellgeneration des Actidesmium ein Auseinandergehen in biologischer Function und damit in der Gestaltung des ausgebildeten Coenobiums eintreten kann, ergiebt die Betrachtung eines solchen Coenobiums wie das Taf. XV, Fig. 3 abgebildete. Darin zeigt sich eine Verwandtschaft mit den Pediastreen und mit Hydrodiction, wenn auch die aus der ersten Generation hervorgegangenen Tochtercoenobien denen dieser Protococcen nicht gleichwerthige Zellgenerationen hervorgebracht haben. Von den zwölf Zellen der ersten Generation sind sieben entleert, nämlich an der Spitze durch eine weite Apertur geöffnet. Diese entleerten Zellen sind glashell und inhaltslos wie die Zellen der ersten Generation bei normal entwickelten Coenobien, bei denen sie nur mehr als Stütze der zweiten Zellgeneration dienen. Zwei der Zellen der ersten Generation haben sich zu einer zweiten Generation lanceolater Zellen entwickelt; die eine Generation 10zellig, die andere 11zellig. Von der ersteren haben sich zwei Zellen zu einer dritten Generation unentwickelter vegetativer (?) Zellen entwickelt, eine Zelle ist entleert und geöffnet, die übrigen sieben zeigen sich ungeöffnet und mit z. Th. schon getheiltem Plasma erfüllt. Die ungeöffnete achte Zelle erster Generation zeigt sich entwickelter als die anderen gleichwerthigen und enthält eine neue Generation noch unentwickelter Tochterzellen eingeschlossen, welche einer dritten Generation angehören. — Die andere in verbunden gebliebene Tochtercoenobien 2. und 3. Grades entwickelte Zelle erster Generation dieses complicirten Actidesmium coenobiums trägt ein Tochtercoenobium zweiter Generation, dessen Zellen sehr verschiedenartig ausgebildet sind. Es ist zusammengesetzt

a) aus zwei Zellen, welche geöffnet und entleert sind;

b) aus drei Zellen, welche ungeöffnet und unentwickelt sind, deren Inhalt aber gesonderte Plasmaparthien mit undeutlichen Zellkernen enthält;

c) aus sechs Zellen, deren jede sich in ein neues Tochtercoenobium (3. Generation) entwickelt hat. Diese Tochterzellen 3. Grades sind bei den sechs Tochtercoenobien gleichen Grades ganz gleich entwickelt und — wie es scheint — auch ganz gleicher Natur. Jedes dieser sechs Coenobien 3. Grades besteht aus 6—8 in Grösse und Structur gleich beschaffenen, verschmälert birnförmigen Zellen, welche an ihrer Basis der Spitze ihrer Mutterzelle aufsitzen. Sie weichen weder in den Dimensionen ab noch in der Beschaffenheit von Tochterzellen in gleichem Zustande der Entwicklung bei normalen Coenobien. Doch zeigt schon die progressive Abnahme der Zahl der Tochterzellen in der Aufeinanderfolge der Generationen, dass in solchen Specimens, welche unter hundert Coenobien vielleicht einmal vorkommen, ein Ausnahmefall vorliegt, welcher nicht als für das Genus typisch aufzufassen ist.

1. Generation (aus einer Zelle, der Zygote (?) oder der Dauerspore = 12 Zellen.

2. Generation (aus einer Zelle erster Generation) = 10—11 Zellen.

3. Generation (aus einer Zelle zweiter Generation) = 6—8 Zellen.

Das Austreten der Gonidien aus ihren Mutterzellen habe ich nie zu beobachten Gelegenheit gehabt; ich bin daher ausser Stande, hierüber, sowie über die Gonidien im freien Zustande, selbst absolut Sicheres angeben zu können [1]).

Einen sehr seltenen Fall eigenthümlicher Gonidienbildung, welcher über die Natur der Gonidien einiges Licht wirft, zeigt die Taf. XV, Fig. 7 abgebildete Pflanze mit erster und zweiter Zellgeneration. In der oberen lanceolaten Zelle mit noch drei eingeschlossenen Gonidien hatte sich kurz

---

1) Unter den frisch vom Standorte gesammelten Specimens befanden sich mitunter freie bewegliche ellipsoide Gonidien von 5 bis 5,5 μ Längendurchmesser (wie mir erschien zweicilig). Es befanden sich zur Zeit weder Pediastren noch andere Protococcocen in dem Gemenge, von denen die Gonidien hätten abgeleitet werden können. Das Gemenge besteht der Hauptsache nach aus Palmellen und Desmidien. Man kann diese, welche in der Grösse und Form nicht abweichend sind von den noch eingeschlossenen, fertig gebildeten, wohl als freie Gonidien der Pflanze betrachten.

vorher eine eingeschlossene Gonidie befreit und sass mit dem einen Polende an der Spitze der lanceolaten Zelle. Die eingeschlossenen Gonidien, welche, obwohl entwickelt, kleiner sind als die ausgetretenen, zeigten schwache zuckende Bewegungen. — Bei der unteren lanceolaten Zelle mit einer ausgetretenen grösseren Gonidie und noch zwei eingeschlossenen kleineren zeigte sich während der Beobachtung von 4.50 p. m. bis 5.50 eine Vergrösserung des Volumens und auch eine Veränderung in der anfänglichen Lage an der Spitze der Mutterzelle. — An der Spitze der kürzeren lanceolaten Zelle mit einer einzigen eingeschlossenen kleineren und einer ausgetretenen grösseren Gonidie zeigte sich während der Dauer der Beobachtung keine Veränderung. — Bis 7.50 war der status quo in allen drei Coenobiumzellen unverändert geblieben[1]). Die Länge der ausgetretenen Gonidie, deren Inhalt farbloses sehr feinkörniges Plasma ist, beträgt das doppelte der noch eingeschlossenen, nämlich 8—10 μ. — In einem anderen Falle beobachtete ich neben normal entwickelten Tochtercoenobien auch einzelne lanceolate Zellen, bei denen der Inhalt entleert war, die Spitze aber bei einer Zelle eine grössere, schon gestielte Tochterzelle trug, bei einer anderen Zelle aber drei gestielte Tochterzellen trug, deren abnorme Insertion an ihrer Mutterzelle schon auf einen Ausnahmefall hinweist. (Taf. XV, Fig. 8, vergl. die Bemerkungen in der Tafel-Erklärung). Die Seltenheit des Vorkommens (nur in zwei Fällen) lässt in solchen einzelnen lanceolaten Zellen den Fall einer abnormen Gonidienbildung als sicher erkennen. Die regelmässige Zahl der Tochterzellen ist auf die Hälfte reducirt, indem sich abnormerweise aus dem Zellinhalte eine einzelne grössere Gonidie (Macrogonidie) und eine kleinere Zahl (1 bis 4) kleinerer Gonidien (Microgonidien) entwickelt hat.

Dass bei Actidesmium eine Reproduction stattfindet nicht bloss vermittelst vegetativer Dauersporen, welche als unmittelbare Zellgeneration im Coenobium selbst ihre Ausbildung erlangen, sondern auch vermittelst ausschwärmender Generationen von Gonidien, liegt nach den mitgetheilten Beobachtungen klar. Es fragt sich nur, welcher Natur sind die ausschwärmenden Gonidien. Es lässt sich wohl voraussagen, dass dieselben das Analogon sind der bei Pediastrum und Hydrodiction gebildeten Gonidien, nämlich dass eine Paarung stattfindet und hieraus eine Zygote resultirt, welche wahrscheinlich denen auf vergetativen Wege erzeugten Dauersporen gleichgestaltet ist, da sich (wenigstens in dem Algengemenge) niemals Körper fanden, welche nicht sicher bestimmt werden konnten. Nur die Generationsfolge der reproductiven Zellen unterscheidet Actidesmium von den benachbarten Gattungen.

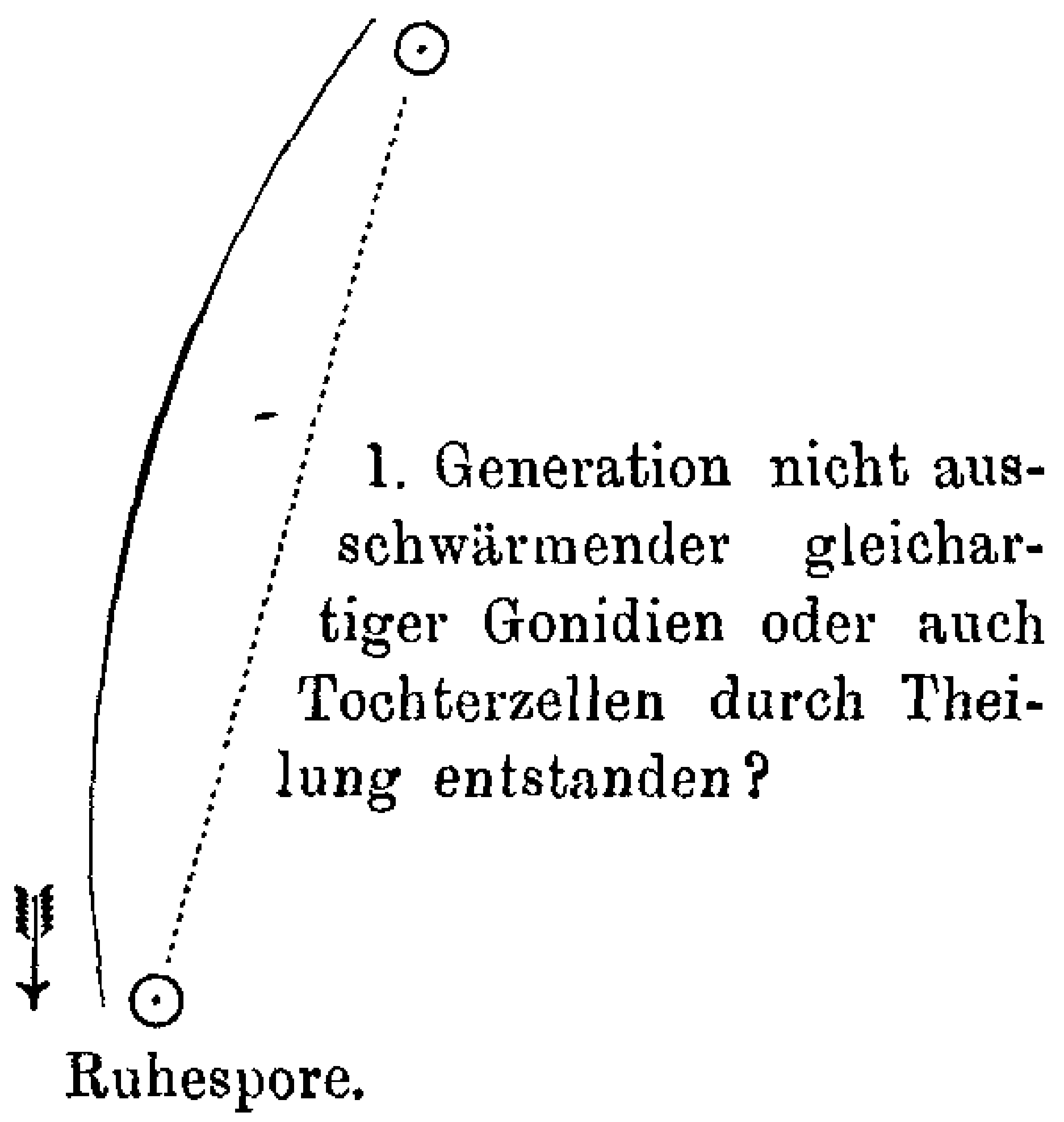
---

1) Nach den Beobachtungen über Protococcen scheinen zumeist die Zeiten des Austrittes der Gonidien die Morgenstunden zu sein.

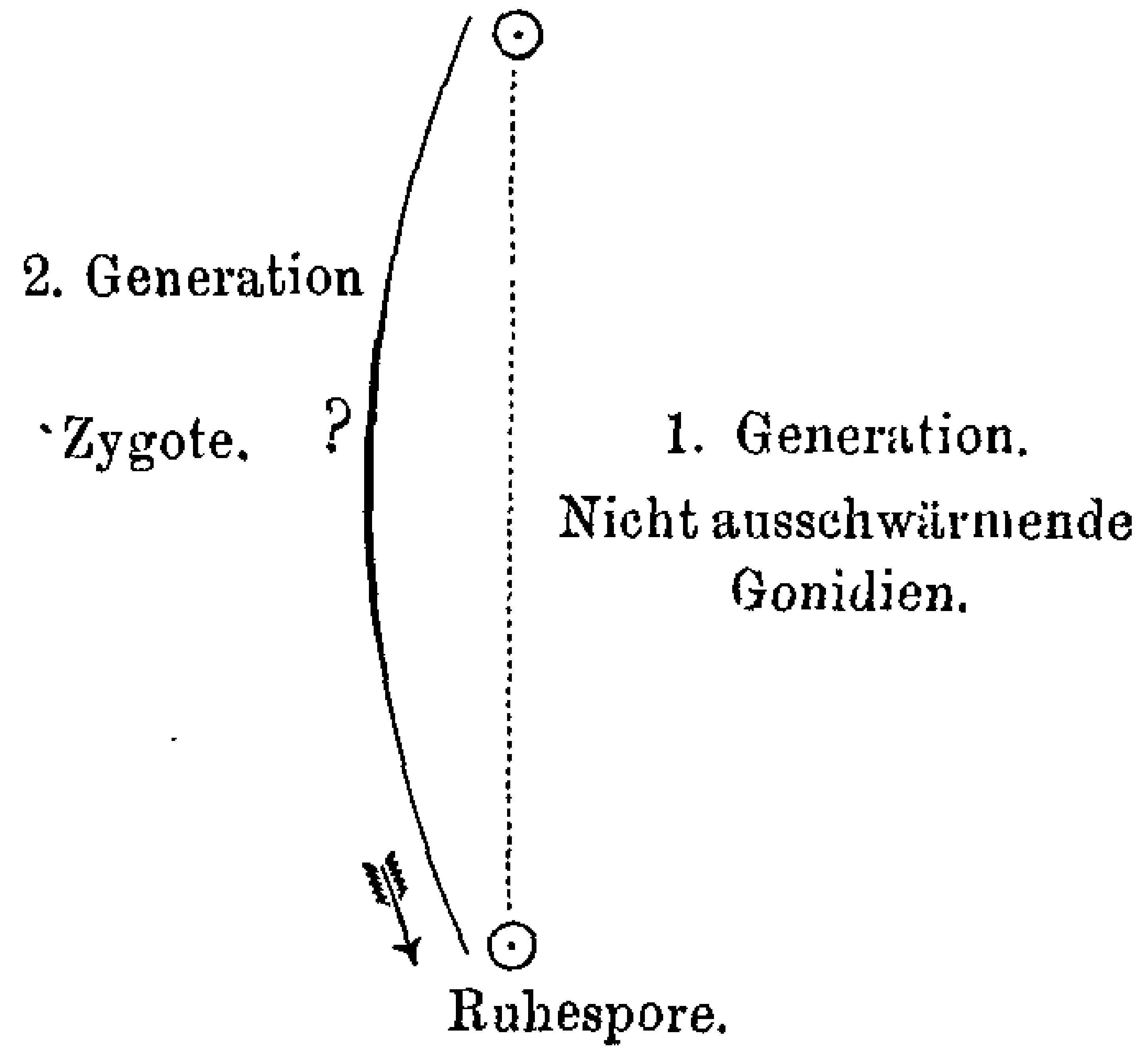
Bei Actidesmium würden, nach den seitherigen Beobachtungen, die vegetativen und reproductiven Vorgänge in folgendem Schema verlaufen.

Actidesmium.

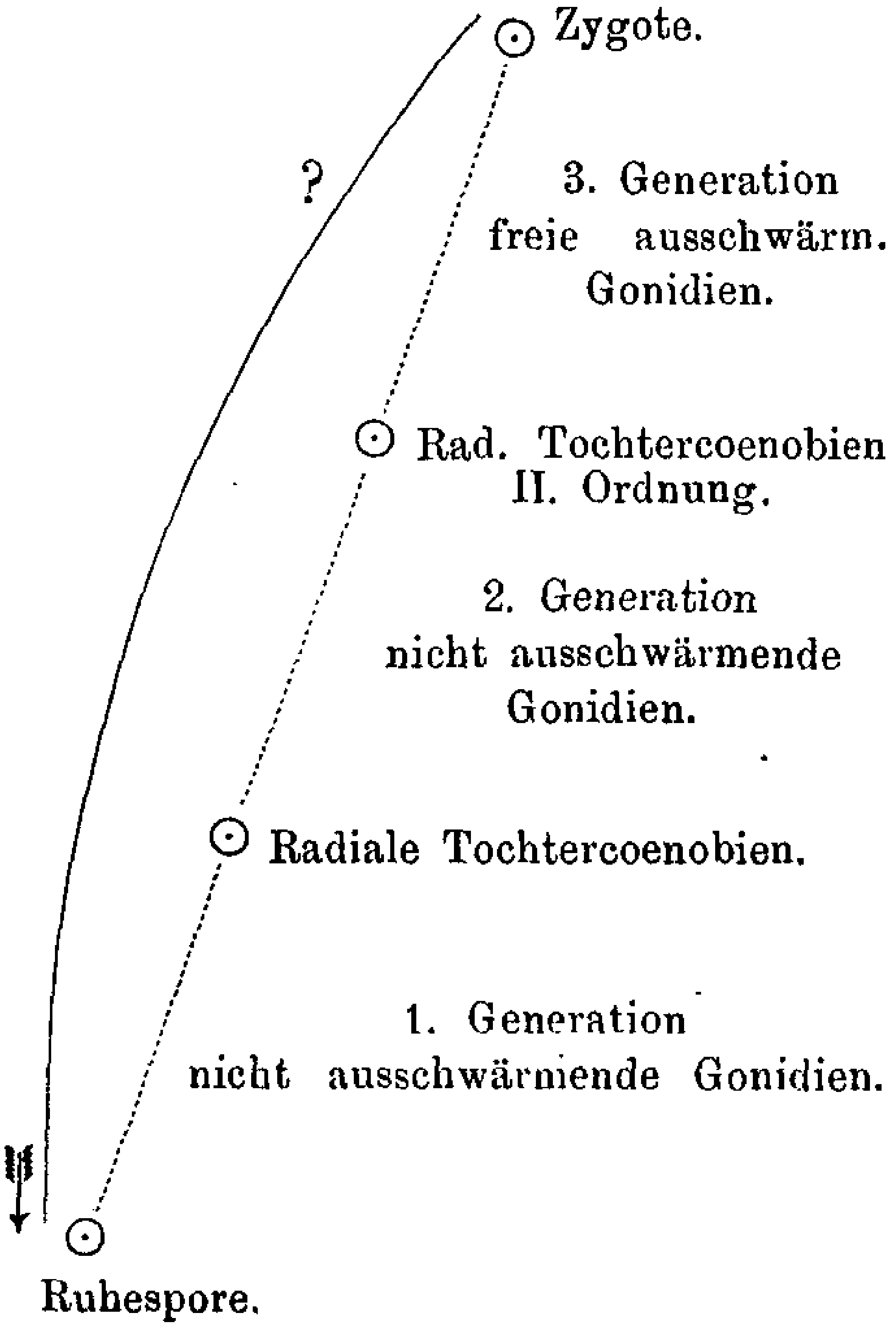
I. Fall.
Radiales Coenobium,
gebildet aus Ruhesporen.


1. Generation nicht ausschwärmender gleichartiger Gonidien oder auch Tochterzellen durch Theilung entstanden?
Ruhespore.

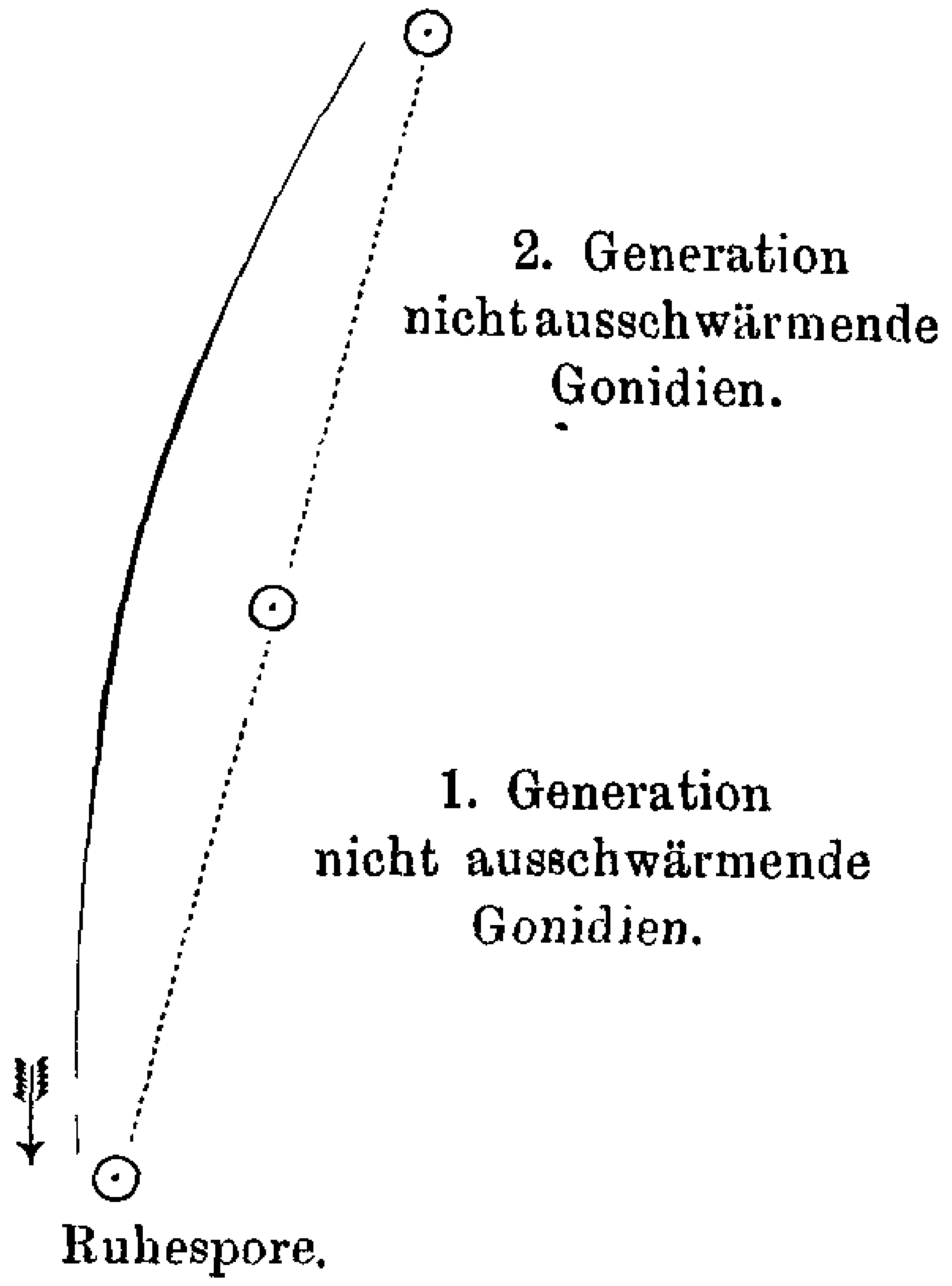
II. Fall.
Radiales Coenobium,
gebildet aus Gonidien entwickelnden lanceolaten Zellen.


2. Generation
Zygote. ?
1. Generation.
Nicht ausschwärmende Gonidien.
Ruhespore.

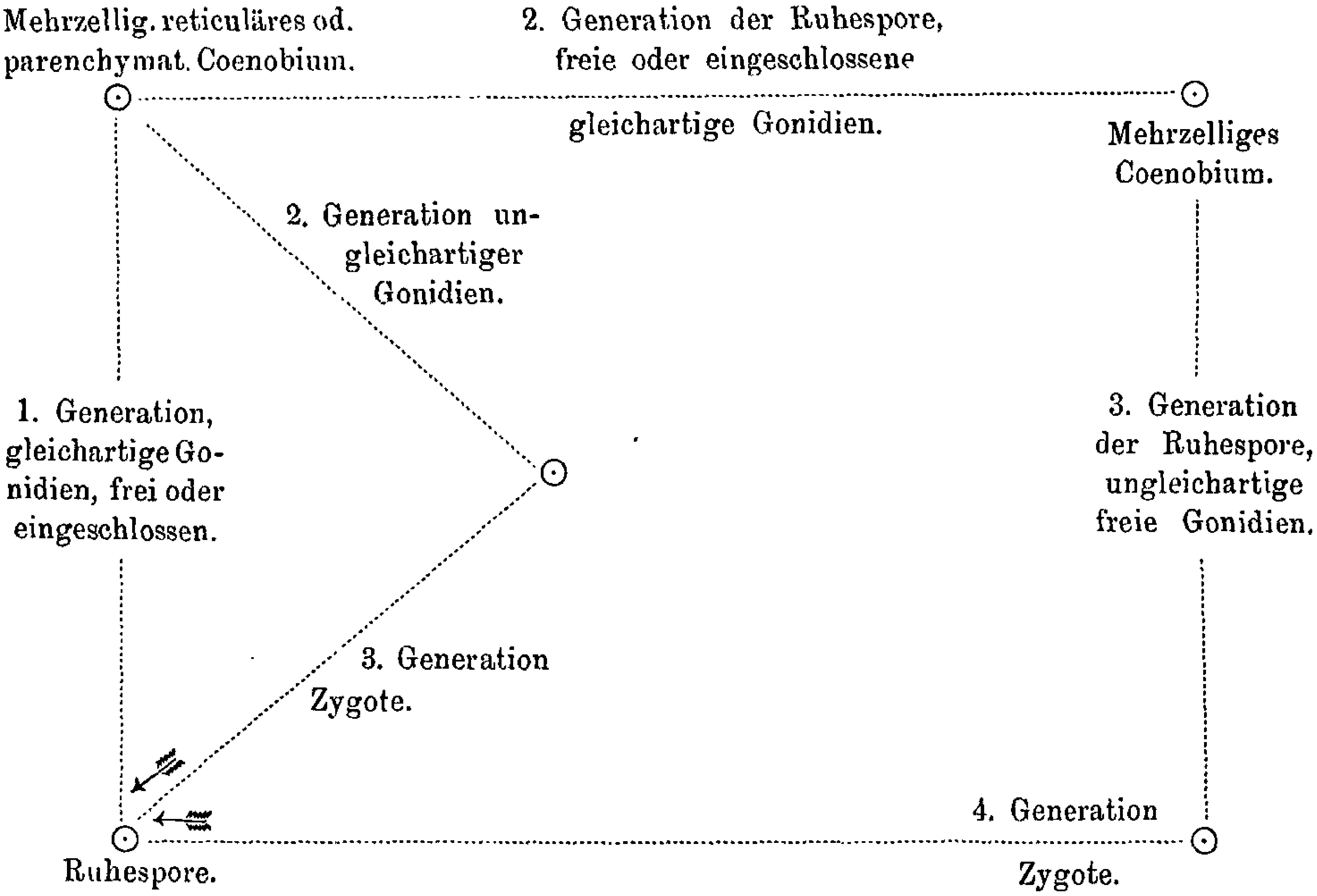
III. Fall.


Zygote.
?
3. Generation
freie ausschwärm. Gonidien.
Rad. Tochtercoenobien II. Ordnung.
2. Generation
nicht ausschwärmende Gonidien.
Radiale Tochtercoenobien.
1. Generation
nicht ausschwärmende Gonidien.
Ruhespore.

IV. Fall.
Tochtercoenobien
II. Ordnung,
gebildet aus sphärischen Sporen.


2. Generation
nicht ausschwärmende Gonidien.
1. Generation
nicht ausschwärmende Gonidien.
Ruhespore.

Für Hydrodiction und Pediastrum gestaltet sich der Lebenscyklus gleichförmiger.


Mehrzellig. reticuläres od. parenchymat. Coenobium.
2. Generation der Ruhespore, freie oder eingeschlossene
gleichartige Gonidien.
Mehrzelliges Coenobium.
2. Generation ungleichartiger Gonidien.
1. Generation, gleichartige Gonidien, frei oder eingeschlossen.
3. Generation der Ruhespore, ungleichartige freie Gonidien.
3. Generation Zygote.
4. Generation
Ruhespore.
Zygote.

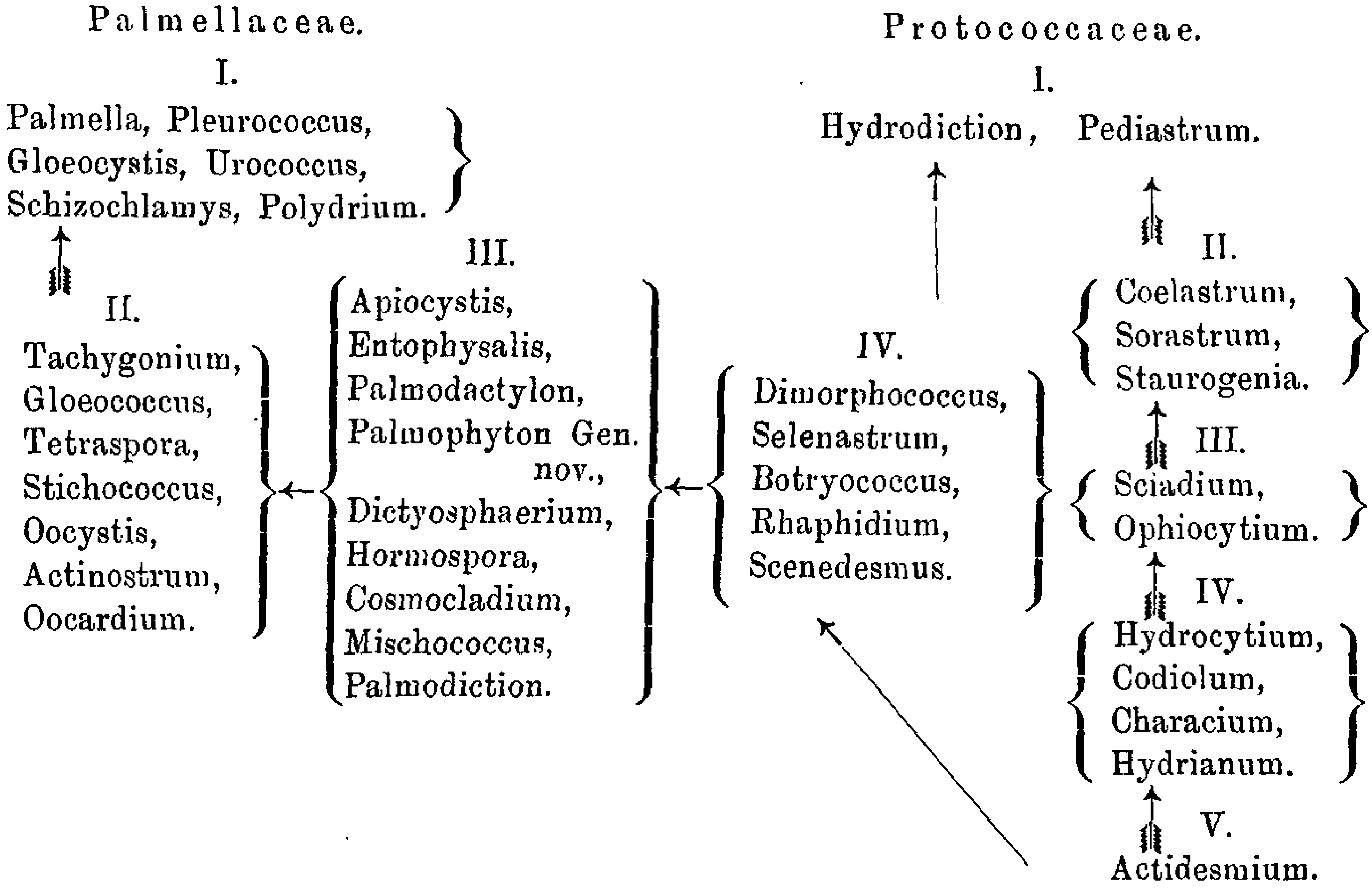
Es erübrigt nur noch die Stellung des Actidesmium im Systeme zu berühren, die einerseits nicht bloss bei den Protococcaceen sondern andrerseits auch bei den Palmellaceen sich rechtfertigen würde. Dass hier einer jener interesanten Typen vorliegt, welche Merkmale zweier benachbarten Gruppen darbieten, ist offenbar.

Die beiden Gruppen, morphologisch aufgefasst, stellen sich folgendermassen gegenüber:

Palmellaceae.	Protococcaceae.
Coenobium (ein- oder mehrzellig) gebildet aus gleichwerthigen Tochterzellen. In den Tochterzellen entsteht durch Theilung ein Tochtercoenobium, bestehend aus einer vegetativen oder reproductiven Generation.	Coenobium (ein- od. mehrzellig) gebildet aus ungleichwerthigen Tochterzellen. In den Tochterzellen entstehen durch freie Zellbildung zwei verschiedenwerthige Generationen (Micro- und Macrogonidien). Das Tochtercoenobium bildet sich auf vegetativen Wege aus dem Muttercoenobium oder aus Dauersporen, die durch Copulation von Gonidien hervorgehen.

Das System der unzweifelhaften Genera beider Gruppen, morphologisch in Untergruppen geordnet, würde nach der Verwandtschaft und der Bewegungsrichtung der Typen gemäss folgendes sein, wenn man Actidesmium seinen Platz anweisen will.

Als Extreme Palmella einerseits, Hydrodiction und Pediastrum andrerseits, sind die Verwandtschaftsgrade der Untergruppen durch die Pfeilrichtung angedeutet.


Palmellaceae.
I.
Palmella, Pleurococcus, Gloeocystis, Urococcus, Schizochlamys, Polydrium.
II.
Tachygonium, Gloeococcus, Tetraspora, Stichococcus, Oocystis, Actinostrum, Oocardium.
III.
Apiocystis, Entophysalis, Palmodactylon, Palmophyton Gen. nov., Dictyosphaerium, Hormospora, Cosmocladium, Mischococcus, Palmodiction.
Protococcaceae.
I.
Hydrodiction, Pediastrum.
IV.
Dimorphococcus, Selenastrum, Botryococcus, Rhaphidium, Scenedesmus.
II.
Coelastrum, Sorastrum, Staurogenia.
III.
Sciadium, Ophiocytium.
IV.
Hydrocytium, Codiolum, Characium, Hydrianum.
V.
Actidesmium.

In diesem Schema sind Protococcus, die problematischen Chlorococcum, Botrydina und Inoderma ausgeschieden.

Man versucht in der neueren Wissenschaft nicht bloss einen morphogenetischen sondern auch einen biogenetischen Zusammenhang ausfindig zu machen, welcher zwischen jetztlebenden Algengenera noch als koexistirend gedacht wird, und auf diese Weise zu versuchen, ob die Ableitung mehrerer verwandter Typen von einem als Primärtypus angenommenen gelingt. Es würden auch thatsächlich einzelne generelle Typen sich ausscheiden lassen, bei denen durch Umbildung oder durch äussere Ursachen die Grenzlinie, innerhalb deren sich der Organismus in morphologischer und biologischer Hinsicht bewegt, entweder erweitert oder eingeengt wird. Im ersteren Falle würden in aufsteigender Linie Generationsfolgen gebildet, welche sich allmählig an höher entwickelte Typen anlehnen, im letzteren Falle allmählig in absteigender Linie, also eine Rückbildung und damit ein Anlehnen an einen nächst niederen Typus. Hiernach würden sich einige der zu den Palmelleen gerechnete Genera (Gruppe IV) in einem solchen Falle befinden.

Im Pflanzen- wie im Thierreiche befinden sich bekanntlich »Zwischen- oder Mischtypen« nicht bloss zwischen Species und Gattungen, sondern auch zwischen kleineren und grösseren Gruppen. Solche Typen finden sich, wie man nicht erwarten sollte, nicht bloss bei den niederen Organismen, sondern ebenso auch bei den höheren, wie deren die Paläontologie zahlreiche Fälle aufführt. Nach der jetzt fast allgemein herrschenden Anschauung würde für derartige Zwischentypen die Alternative eines zwiefältigen Schicksales liegen. 1. Entweder tritt eine Scheidung des Typus in die in ihm vereinten Typen ein oder 2. ein Erlöschen, indem allmählig die vegetativen Generationen auf Kosten der reproductiven vorwiegen: Ob in diesen Vorgängen lediglich die Einwirkung äusserer Existenzbedingungen, wie es allgemein angenommen wird, sich abspiegelt, ist nicht wohl anzunehmen, wie dies neuerdings von den verschiedensten Orten der Erdoberfläche untersuchte, unter überaus verschiedenen äusseren Lebensbedingungen lebende Organismen dieser Art erweisen.

Es stellen sich bei der Erklärung der in Rede stehenden Erscheinung in der organischen Welt zwei verschiedenartige Anschauungen schroff gegenüber. Nach der einen, rein mechanischen, ist die Erscheinung lediglich auf Aenderungen in statischen und physikalischen Momenten d. i. auf materielle Aenderungen zurückzuführen. Nach der anderen Anschauung würde ein im Organismus a priori niedergelegtes dynamisches Moment wirksam sein und plastisch zur äusseren Erscheinung gelangen, also eine innerhalb des Organismus liegende Ursache und nicht auf äussere Verhältnisse beziehbar.

Diese Auseinandersetzung auf Actidesmium angewendet, stehen sich also in diesem Zwischen-Genus zwei verschiedenartige Arten der Reproduction (Verjüngung) entgegen. Eine vermag auf Kosten der anderen sich stärker zu entfalten[1]. Wenn die vegetative Sporenbildung allmählig gegenüber der Gonidien- und Zygotenbildung schrittweise vorwiegend wird, so wird allmählig eine Annäherung an den Palmellaceentypus stattfinden und diese letztere würde nach Verlauf vieler Generationen bis zur völligen Annäherung an diesen Typus zuletzt ganz sistirt. Späterhin würden einzelne Fälle, in denen noch eine Gonidienbildung neben vegetativer Sporenbildung stattfindet, demgemäss als eine abnorme Bildungsweise aufzufassen sein. In dem anderen Falle, wenn das Umgekehrte eintritt, würde das Hervorgehen des Protococcaceentypus das Endergebniss der successiven Phyllogenese sein und Actidesmium Coenobien, welche neben der Gonidien-

---

1) Für diese Anschauung würde z. B. bei Actidesmium ein thatsächliches Moment vorliegen, indem nach der oben mitgetheilten Erscheinung bei dieser Pflanze in einem Jahrgange mehr die vegetative Sporenbildung vorwiegend ist, in einem anderen neben dieser auch reichlich Zoogonidien gebildet werden. Diese Erscheinungen längere Zeit fortgesetzt beobachtet, würden wahrnehmen lassen, ob ein Zusammenhang der inneren Organisation von Actidesmium mit äusseren Bedingungen (Wärme, Wasser und Licht) stattfindet oder ob hier, unabhängig hiervon, an bestimmte wiederkehrende Perioden geknüpfte Erscheinungen vorliegen.

bildung auch noch vereinzelte vegetative Sporenbildung zeigen würden würden auf zurückgebliebene Einzelwesen zurückzuführen sein.

Actidesmium lehnt sich nach den obigen Beobachtungen durch seine wohl meistens auf dem Wege der Zelltheilung entstandene 1. Generation, welche zu Dauersporen wird, an die Palmellaceen. Auch die zweite zu Dauersporen werdende Generationsfolge entsteht sicher auch auf diesem Wege und nicht durch Gonidienbildung, wie bei dem Sciadium. Mit diesem letzteren Genus besteht insofern auch eine innere Verwandtschaft, als die lanceolaten Actidesmiumzellen entschieden auf demselben Wege wie bei Sciadium gebildet werden, nämlich durch Austreten der bündelförmig vereinigten Gonidien an der Spitze ihrer Mutterzelle[1]).

In der Entstehung von Tochtercoenobien, welche durch Gonidienbildung aus den Zellen des mütterlichen Coenobiums gebildet werden lehnt sich Actidesmium an die Pediastreen (Hydrodiction und Pediastrum wozu wahrscheinlich noch das Coelastrum und das Sorastrum kommen). Diese Annäherung würde noch vermehrt, wenn sicher erwiesen ist, was doch sehr wahrscheinlich, dass aus den ausschwärmenden Gonidien der lanceolaten Zellen des Actidesmium den Pediastreen analoge Zygoten gebildet werden.

Erlangen, 20. Juni 1891.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel XIV).

Fig. 1. Der erste Zustand der aus der Dauerspore hervorgegangenen Coenobie (12–16zellig). Diam. 14 μ. (1000:1).

Fig. 2. Etwas weiter fortgeschrittener Zustand des ersten Palmellaartigen Zustandes. Diam. 19 μ. (1000:1).

Fig. 4. Jugendliches Coenobium, weiter fortgeschritten. Diam. 27 μ (1000: 1).

Fig. 5. Herangewachsenes Coenobium des seltenen Falles der Entwickelung der 1. Zellgeneration, indem letztere sich nicht weiter entwickelt hat, die Coenobiumzellen sind zu sphärischen Zellen herangewachsen; in einigen finden sich unentwickelte Tochterzellen, (Gonidien?) Diam. 38 μ. (1000:1).

Fig. 6. Jugendliches reguläres Coenobium, dessen Zellen verlängert sind, der Zellinhalt aber noch unentwickelt; in jeder der lanceolaten Zellen befindet sich eine einzelne grössere ellipsoide Vacuole. Diam. 38 μ. (1000:1).

Fig. 7. Jugendliches Coenobium, dessen Zellen z. Th. schon entwickelte Tochterzellen (Gonidien) einschliessen. Diam. Coenobii. 44 μ. Long. cell. 20—23 μ. (1000:1).

---

1) Bei dem mit dem Sciadium schon morphologisch verwandten Ophiocytium unterbleibt die Verfestigung der aus der stumpfen Spitze der Mutterzelle ausgetretenen Tochterzellgonidien, sie fallen baldigst ab mit ihrer stark verjüngten Basis, und bringen in diesem freien Zustande, in dem man sie fast immer antrifft, eine neue Generation ausschwärmender Gonidien oder vielleicht auch ein neues Tochtercoenobium hervor. Ich bin wenigstens in mehreren Fällen Ophiocytienkolonieen begegnet, bei denen die Lage junger Tochterzellen an einer alten entleerten eine solche Annahme begünstigt. Jedenfalls zeigt schon die unsymmetrische Ausbildung der Zellpole des Ophiocytium, dass ein derartiger Sciadium ähnlicher Zustand vorhanden ist.

Fig. 8a. Eine unausgebildete Zelle dieses Coenobiums, eine grosse Vacuole einschliessend. (1500:1).

Fig. 8b. Eine ausgebildete Zelle dieses Coenobiums, mit 16 Tochterzellen. (1000:1).

Fig. 9. Ein Coenobium mit zweiter zu Tochtercoenobien entwickelter Zellgeneration. Diam. Conobii 95 μ. Diam. coenob. fil. 31 μ. Long. cellular. 9 μ. (500:1).

Fig. 9a. Zwei Zellen der 2. Generation des nämlichen Coenobiums, eine einzelne grössere Vacuole einschliessend. (1000:1).

Fig. 10. Aus 1. und 2. Generation bestehendes Coenobium. Einige Zellen der 1. Generation sind unentwickelt geblieben, aus den anderen hat sich eine 2. gleichwerthige Generation lanceolaten Zellen gebildet. Diam. Coenobii 122 μ. Diam. coenob. fil, 40-45 μ. (500:1).

Fig. 11. Eine einzelne Zelle aus den Tochtercoenobien dieses Coenobiums mit individualisirten Tochterzellen (Gonidien). (1000:1).

Fig. 12. Eine andere Zelle desgleichen, mit nicht differenzirten Inhalte. Im Plasma befinden sich 8—10 einzelne Kerne vertheilt. (1000:1).

Fig. 13. Ein Coenobium, bestehend aus 1., 2. und 3. Generation. Von den neun Zellen der 1. Generation sind drei unentwickelt geblieben. Fünf haben sich je in ein gleichbeschaffenes Tochtercoenobium aus gleichgrossen warzigen Dauersporen entwickelt. Aus einer Zelle aber haben sich drei lanceolate entwickelt, deren jede ein noch unentwickeltes Tochtercoenobium aus 3-5 Zellen (also 3. Generation) gebildet hat. Diam. 132 μ. Diam. der Tochtercoenobien aus warzigen Sporen. 33 μ. (500:1).

Fig. 14. Ein sehr regelmässig und homogen entwickeltes Coenobium, bestehend nur aus 1. und 2. Generation. Die Tochtercoenobien sind alle gleich gebildet und sind nur aus sphärischen, warzigen Dauersporen gebildet. Diam. Coenobii 156 μ. Diam. spor. 16—18 μ. (500:1).

Fig. 15, Eine einzelne warzige Dauerspore aus einem Coenobium ähnlicher Art, abgefallen. (1000:1).

(Tafel XV).

Fig. 1. Ein Coenobium mit zwei Generationen. Von den 10 Zellen 1. Generation zeigt sich eine geöffnet und entleert, 8 Zellen befinden sich in verschiedenen Stufen der Ausbildung des Inhaltes, zwei Zellen haben sich zu einer 2. unentwickelten Generation entwickelt. Diam. 82 μ. (500:1).

Fig. 2. Ein seltener vorkommendes Coenobium bestehend nur 1. Generation, deren Zellen sämmtlich, bis zu 2 oder 3 unentleerten, Gonidien entwickelt haben, geöffnet und entleert sind (1000:1).

Fig. 3. Ein eigenthümlich ausgebildetes aus drei Zellgenerationen zusammengesetztes Coenobium; der grössere Theil der Zellen der 1. Generation ist entleert (ausschwärmende Gonidien), einige sind noch unentwickelt geblieben, zwei Zellen haben sich zu einer 2. Zellgeneration entwickelt, die wiederum verschiedene Grade der Ausbildung zeigt, die meisten der Zellen des oberen Tochtercoenobiums II. Ordnung haben sich je in ein Tochtercoenobium III. Ordnung entwickelt, eine Zelle ist entleert, die drei übrigen unentwickelt. Bei dem unteren kleineren Tochtercoenobium II. Ordn. haben sich nur zwei Zellen zu Tochtercoenobien III. Ordn. entwickelt, die übrigen sieben Zellen sind noch unentwickelt Long. coenol. 122 μ. (1000:1).

Fig. 4. Ein Coenobium, bestehend aus 14. Tochterzellen, davon sind einige (zwei oder drei) entleert, die Mehrzahl ist noch ungeöffnet, in verschiedenen Stadien der Entwicklung. Zwei Zellen haben sich je in ein Tochtercoenobium fortentwickelt, das eine in etwas mehr herangewachsenen Zustande. Diam. 54 μ. (1000:1).

Fig. 5. Ein Coenobium, bestehend aus 12 Zellen 1. Generation, deren sind 4 entleert, eine Zelle ist ungeöffnet und enthält mehrere entwickelte Gonidien, 7 Zellen

haben Tochtercoenobien hervorgebracht, die noch ganz gleich beschaffen sind. Diam. 96 μ. Diam. coenob. fil. 22 μ. (500 : 1).

Fig. 6. Theil eines Coenobiums mit homogen entwickelten aber biologisch ungleich werthigen Tochtercoenobien. Von den 12 Tochtercoenobien sind sieben aus lanceolaten Zellen gebildet, dagegen fünf aus gleich grossen sphärischen, schon warzigen Dauersporen. (500 : 1).

Diam. coenobii 95 μ.
Diam. coenob. II. ord. 25 – 33 μ.
Diam. cell. sphär. 8–8,5 μ.
Long. cell. lanceol. 17,5—19,5 μ.

Fig. 7. Ein Coenobium mit verschiedenartig ausgebildeten Zellen 1. Generation. Vier Zellen haben je ein Tochtercoenobium hervorgebracht. Eine Zelle enthält fertiggebildete Gonidien eingeschlossen. Einige zeigen noch unentwickelten Inhalt. Bei dreien ging eine abnorme Gonidienbidung vor. Das Specimen wurde um 4 Uhr des Nachmittags gesammelt und um 4.50 untersucht. Drei Zellen haben gleichförmig entwickelte Tochtercoenobien aus noch unvollendeten lanceolaten Zellen entwickelt. Aus den drei Zellen mit abnorm (?) entwickelten Gonidien hat sich an der Spitze je eine einzelne grössere, aus dem Innenraum der Mutterzelle ausgetretene Gonidie festgesetzt; diese letztere hat bei den beiden unteren Zellen die Mutterzelle noch nicht ganz verlassen. — Bei der längeren Zelle wurde die ausgeschlüpfte Gonidie noch einige Zeit in drehender und gleitender Bewegung gesehen, welche aber nachher, bei Abnahme des Tageslichtes (14. Mai) ganz aufhörte, während die zwei noch eingeschlossenen kleineren Gonidien noch einige Bewegung verriethen. (100 : 1).

Fig. 8. Zwei ähnliche Zellen, welche eine abnorme Tochterzellgeneration hervorgebracht haben, aus einem anderen ganz gleich organisirten Coenobium. Von den 9 Coenobiumzellen 1. Generation hat sich nur eine einzige in ein Tochtercoenobium ganz gleicher Art wie bei der Fig. 7 abgebildeten Specimen entwickelt. Bei 4 Coenobiumzellen haben sich, wie bei Fig. 7 einzelne grössere Gonidien an der Spitze ihrer Mutterzelle festgesetzt, jedoch in abnormer Weise, nämlich seitlich der Mutterzellspitze. Bei einer (nicht abgebildeten) dieser Zellen befinden sich zwei festsitzende, noch nicht ganz ausgewachsene Gonidien unterhalb der Mutterzellspitze um mehr als die Gonidienlänge von letzterer entfernt. Bei zweien dieser Zellen ist das Pedizell noch unentwickelt. Bei den ausgetretenen Goniden der beiden anderen (abgebildeten) ist schon ein deutliches Pedizell entwickelt, die eine dieser Zellen trägt eine einzelne ausgetretene Gonidie, seitlich der Spitze. Die andere eine Gonidie an der Spitze und zwei unterhälb der Spitze inserirte Gonidien. (1000 : 1).

Nachschrift. Das Wiedererscheinen der Pflanze im Monate Mai, nachdem die Pflanze schon in den Tagen des Monats März sich eingefunden hatte, aber während der starken Fröste im April wieder zurückgegangen war, wurde vergeblich erwartet und noch später. Ich war daher nicht im Stande einige Lücken in der Lebensgeschichte des Actidesmium (über das Verhalten der Gonidien) dieses Jahres noch zu ergänzen. Auch jetzt noch finde ich beim Durchsuchen des Grabensedimentes warzige Dauersporen von 13,8—16 μ diam. mit dickwandiger Membran und grössere schwachgefärbte Körner haltenden Inhalt, ziemlich zahlreich, sowohl vereinzelt wie in sphärischen Aggregaten von 6—8 Sporen. Die seitherigen Beobachtungen über Actidesmium theile ich mit, um die Aufmerksamkeit der Algenforscher hierauf zu lenken, damit im nächstjährigen Frühjahre die Pflanze vielleicht noch anderer Orten zu konstatiren ist.

Ueber stärkereiche Chlorophyllkörper im Wassergewebe der Laubmoose.

Von

M. Dalmer.

Zu der Veröffentlichung der nachfolgenden Mittheilungen bin ich durch den Umstand veranlasst worden, dass zur Zeit die Frage nach der Bildung der Stärke wieder in Fluss gekommen ist. Vielleicht lässt sich das von mir gefundene Material zur Lösung derselben benutzen. Die Chlorophyllkörper, um die es sich im Folgenden handelt, kommen im Wassergewebe der Laubmoose vor. Einige Bemerkungen über dasselbe sollen vorausgeschickt werden.

Unter den Schutzmitteln, welche die Pflanzen vor den Folgen zu grossen Wasserverlustes bewahren, spielt diese Gewebeart bekanntlich eine grosse Rolle; ein dünnwandiges, parenchymatisches Zellnetz, mit wässrigem farblosen Inhalt, welches leicht Wasser abgiebt und ebenso leicht wieder aufnimmt, indem sich die radialen Wände verbiegen und wieder strecken wie bei einem Blasebalg. Nach Pfitzer[1]) soll das Gewebe, welches die Oberseite der Laubblätter bestimmter epiphytischer Pflanzen bedeckt, auf der einen Seite die Function haben Wasser aufzuspeichern, da die Wurzeln nur zeitweise im Stande sind, dasselbe aufzunehmen, auf der andern Seite soll es das assimilirende Gewebe vor den Folgen der Insolation bewahren, indem es die Wärmestrahlen zum Theil absorbirt und die Wärme schlecht leitet. Eine experimentelle Begründung dieser Ansichten fehlt. Westermaier[2]) ist in seiner bekannten Arbeit »Ueber Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebesystems« durch Versuche und Messungen der Frage nach der Function näher getreten und kam zu dem Resultate, dass das Wassergewebe den Verdunstungsverlust des Organs bei grosser Trockenheit auf sich nehme und dadurch das Assimilationssystem schütze. Seit dem Erscheinen der letzteren Abhandlung ist die weite Verbreitung eines derartigen Gewebes besonders in Laubblättern nachgewiesen worden, indem man wohl den wässrigen Inhalt als Hauptkriterium ansah.

Von den einheimischen Pflanzen sollen die Laubmoose besonders mit diesem Schutzmittel versehen sein. Haberlandt[3]) hat in seinen verdienstvollen »Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose« zuerst darauf hingewiesen. Die Laubmoose wurzeln gewöhnlich nur ober-

---

1) Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Bot. Bd. VIII.

2) Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Bot. Bd. XIV.

3) Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Bot. Bd. XVII. S 423–427.

flächlich im Erdreich, leben auf Felsen oder auf der Rinde der Bäume, sie können also leicht austrocknen. Die chlorophyllhaltigen Blattzellen sind nun einfach dadurch geschützt, dass sie sehr starken Wasserverlust vertragen; sie halten wochenlanges Austrocknen aus, ohne zu sterben [1]). Besondere Schutzmittel sind hier nicht nöthig. Anders bei den Sporogonien. »Es bedarf wohl keiner näheren Darlegung, dass die verschiedenen theilweise sehr complicirten Differenzirungs- und Gestaltungsvorgänge, welche von der Theilung der Urmutterzellen an bis zur Ausbildung der Sporenhäute einander folgen, keine durch Austrocknung hervorgerufene Unterbrechung vertragen. Ebensowenig kann in der assimilirenden Kapsel das zarte, dem Chlorophyllparenchym der höher entwickelten Pflanzen ganz ähnlich gebaute Assimilationsgewebe nach erfolgter Austrocknung zu neuem Leben erweckt werden. So macht sich also im Gegensatz zur geschlechtlichen Generation beim Sporogonium in den meisten Fällen das Bedürfniss nach Ausbildung eines Wassergewebesystems geltend, und zwar umsomehr, als die vor Austrocknung zu schützenden Kapseln gewöhnlich in Folge der Ausbildung eines den Zwecken der Sporenaussaat dienenden Fruchtstiels unter allen Organen des Laubmoospflänzchens die exponirteste Lage einnehmen«.

Nach diesen Darlegungen scheint es als ob die Entwicklung der Sporogonien durch Austrocknen überhaupt nicht unterbrochen werden könne. In bestimmten Alterszuständen ist es jedoch möglich. Es wurden Pflänzchen von Mnium cuspidatum mit Sporogonien, welche eben die Calyptra abstreifen wollten, am 3. April im Zimmer trocken gestellt. Die Kapseln schrumpften, die assimilirenden Zellen zeigten starke Collabescenz, eine Weiterentwicklung fand nicht statt. Am 1. Mai wurden die Pflänzchen wieder begossen und im feuchten Raume cultivirt. Die Kapseln wurden durch Wassertropfen direct befeuchtet. Nach kurzer Zeit wurden dieselben wieder frisch und wuchsen kräftig weiter. In gleicher Weise können die jungen Sporogonien von Polytrichum commune bis zu einem bestimmten Alterszustand drei- bis vierwöchentliches Austrocknen vertragen. Nimmt man ältere Moossporogonien und stellt sie trocken, so gehen sie gewöhnlich mit dem vorhandenen Material zur Ausbildung des Deckels und der Sporen über, ohne dass dieselben natürlich ihre normale Grösse erlangen können. Die Beobachtung, dass die jungen assimilirenden Zellen der Sporogonien gerade so wie die Blattzellen starken Wasserverlust vertragen können und die Ueberlegung, dass viele Sporogonien zu einer Zeit und an einem Standort reifen, wie zum Beispiel bei vielen Mniumarten, dass die Gefahr des längeren Austrocknens eigentlich zur Unmöglichkeit wird, bestimmten mich, das Wassergewebe der Laubmoose genauer zu untersuchen.

---

1) Schröder, Ueber die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Untersuchungen des Tübinger botanischen Instituts. Bd. II.

Man hat inneres und äusseres Wassergewebe zu unterscheiden je nach der Lage. Zum innern Wassergewebe rechnet Haberlandt die Columella. Die Zellen derselben sind bei Mnium cuspidatum dicht angefüllt mit grünlich gefärbten, relativ grossen runden Körnern. Dieselben enthalten Theilkörner, welche die Reaction der Stärke zeigen, das heisst Blaufärbung durch Jod und Kleisterbildung im heissen Wasser. Die grünliche Färbung rührt von dem Chlorophyllkorn her, in dem sich die Stärkekörner gebildet haben. Die Stärkekörner selbst sind länglich, stäbchenartig und schliessen sich so dicht eins ans andere, dass das Ganze den Eindruck eines zusammengesetzten Stärkekorns macht, welches grün gefärbt ist. Die jüngsten Zustände der Sporogonien, die ich untersuchen konnte, enthielten bereits diese stärkereichen Chlorophyllkörper in der Columella. Die Sporogonien waren dann noch mit der Calyptra bedeckt, gerade gestreckt und noch nicht am Halse gekrümmt. Das letztere findet bekanntlich hier ziemlich frühzeitig statt. Ich fand sie in Sporogonien, die ich frühmorgens um 6 Uhr und Abends um 6 Uhr gesammelt hatte, unverändert in gleicher Weise. Ende April waren die Sporogonien so weit entwickelt, dass die Sporenbildung begann. Die Chlorophyllkörper in der Mitte der Columella waren nun sehr geschrumpft, enthielten viel weniger Stärkekörner, theilweise waren sie ganz frei davon; die grüne Färbung blieb aber unverändert. Am Rande traten diese tiefgreifenden Veränderungen noch nicht so hervor. Fingen die Wände der Kapseln an braun zu werden und waren die Sporen fast fertig, dann waren die Columellazellen stärkefrei, und nur gelblichgrüne, spindelförmige oder scheibenförmige Körner als Reste darin zerstreut.

Die Anhäufung der Stärke in der Columella findet wahrscheinlich, das lehren die mitgetheilten Beobachtungen, deshalb statt, damit zu der Zeit, wo die Isolirung der Mutterzellen und die Bildung der Sporen vor sich geht, was in der ganzen Kapsel ziemlich gleichzeitig stattfindet, das genügende Nährmaterial vorhanden ist. Vielleicht wird dasselbe auch zur Ausbildung des Deckels benutzt. In dem jungen Parenchym desselben sind jedoch, zumal an der Spitze, besonders grosse Stärkekörper angehäuft. Genauer kann die Frage, wozu die Stärke benutzt wird, erst dann beantwortet werden, wenn man weiss, welcher lösliche Körper aus derselben entsteht, so dass man mit Hilfe der Mikrochemie die Wanderung desselben von Zelle zu Zelle verfolgen kann. Traubenzucker liess sich nicht nachweisen.

In gleicher Weise sind die Columellazellen bei Mnium serratum, bei den gewöhnlichen Barbulaarten, bei Bryum caespiticium, Orthotrichum anomalum, Amblystegium serpens mit den oben beschriebenen Körpern angefüllt. Bei Bryum caespiticium ist der Stärkegehalt der Chlorophyllkörper in der Columella zu jeder Zeit nachweisbar, auch wenn die Chlorophyllkörner des ganzen specifischen Assimilationssystems stärkefrei sind. Bei Amblystegium serpens ist die Färbung derselben wie bei den übrigen Moosen anfangs grün, die grüne Färbung schwindet jedoch, und die Columella ist jetzt mit grossen farblosen zusammengesetzten Stärkekörnern erfüllt; dann erst erfolgt die Auflösung. Sind die Sporen fertig, dann ist die Columella stärkefrei. Für die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der fraglichen Körper dürfte dieses Moos besonders geeignet sein, da es erstens sehr gemein ist, und da zweitens die Sporogonien sich, wie es scheint, ziemlich schnell ausbilden. Bei Encalypta vulgaris und bei Brachythecium velutinum enthalten die Chlorophyllkörper der Columella sehr viele kleine eckige Stärkekörner, die sich gegenseitig berühren, so dass man ähnliche Bilder erhält, wie sie Schimper[1]) dargestellt hat für die Stärkekörner im Markparenchym von Vanilla planifolia und für die Stärkekörner im Endosperm von Melandryum macrocarpum und Beta trigyna.

Bei beiden Moosen sind diese Körper häufig ellipsenförmig und dann auch eingeschnürt, als ob sie sich theilen wollten. Brachythecium velutinum ist geeignet, um das Schwinden der Stärkekörner zu beobachten. Sind die Kapselwände braun und der Deckel roth, dann sind die Sporen ausgebildet; die Columella ist jetzt stärkefrei.

Ausnahmen bilden Polytrichum commune und Funaria hygrometrica. Bei dem ersteren Moos besitzt die Columella eine geringe Dicke, ihre Zellen sind langgestreckt, führen zwischen sich lufthaltige Intercellularräume und enthalten anfangs Chlorophyllkörner. Anhäufung von Stärke war ebensowenig nachzuweisen wie bei Funaria hygrometrica. Die Columella ist hier bekanntlich ziemlich mächtig, die Zellen sind nicht durch Intercellularräume getrennt, die Wände mit normalen Chlorophyllkörnern belegt, nur nicht so dicht wie in den specifisch assimilirenden Zellen.

Haberlandt[2]) giebt übrigens selber an, dass die Columellazellen im ausgebildeten Zustand nicht selten »Stärkekörnchen« und »Chlorophyllkörner« in grösserer Menge enthalten.

Noch mehr drängt Magdeburg[3]) diese Thatsache in den Vordergrund. Nach ihm sollen eine Reihe von acrocarpen Moosen, dahin rechnet er Arten von Dicranum, Weissia, Pottia, Orthotrichum, in der Columella Chlorophyll führen so lang sie jung ist. Später sollen die Zellen ganz wasserhell und farblos werden. Die Ernährung der Kapsel soll nun vom Stamm ausgehen und man soll in der Columella nicht selten eine ganz enorme Einlagerung von eingewanderter Stärke beobachten.

Für die pleurocarpen Moose giebt Magdeburg an, dass die Columella in jungen Stadien Chlorophyll enthält, später Stärke. »Auffallend ist es, dass diese Stärkeeinlagerung in den Zellen der Columella nur bis in die Höhe des oberen Ansatzes des Sporensackes, d. h. nur bis in die directe Nachbarschaft der zu ernährenden Sporen und nicht darüber hinaus in die Zellen des Deckels reicht«.

---

[1]) Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner. Botanische Zeitung. 1880. Taf. XIII, Fig. 28, 29, 32.

[2]) l. c. S. 425.

[3]) Die Laubmooskapsel als Assimilationsorgan. Dissert. Berlin 1886. S. 22 u. 24.

In den meisten Fällen ist die Columella demnach ein Organ, in dem Stärke aufgespeichert wird für die Ausbildung der Sporen.

Diese Stärke wird in Chlorophyllkörpern der Columellazellen angehäuft, welche sich wahrscheinlich ähnlich verhalten wie die Chlorophyllkörper der Gefässbündelscheide und des Stammparenchyms von Tradescantia rubella. Diese können nach den Experimenten von Schimper[1]) Stärke aus Stoffen bilden, die ihnen zugeführt und in ganz andern Zellen assimilirt worden sind. Die »nicht assimilirenden Chlorophyllkörper«, welche Dehnecke[2]) für die Stärkestrasse, das Rindenparenchym, das Mark u. s. w. vieler Pflanzen beschrieben hat, gehören zum grössten Theil wohl in dieselbe Kategorie. Eine genauere Untersuchung der Entwicklungsgeschichte dieser Körper verbunden mit Experimenten wird klarstellen, wie weit diese Analogieen berechtigt sind.

Ob diese Stärke in der Columella in allen Fällen aus Material stammt, welches durch Assimilation in der Kapsel selbst entstanden ist oder auch aus Material, welches aus den Blättern des Stämmchens in das Sporogonium eingewandert ist, ist noch unentschieden. Der ersteren einfacheren Annahme steht insofern nichts im Weg, als die Kapseln alle ein mehr oder weniger ausgebildetes Assimilationssystem mit Spaltöffnungen und Intercellularräumen besitzen. Die einzigen Ausnahmen sollen die Kapseln der Andreaeaceen und die der Sphagnaceen bilden. Nach Haberlandt[3]) sollen hier die Sporogonien in Folge des Mangels eines besonderen Assimilationsgewebes bis zur vollkommenen Ausbildung und Reife als »Parasiten« der Geschlechtsgeneration leben. Die Untersuchung junger Kapseln von Sphagnum acutifolium ergab jedoch folgendes. Auf dem Längsschnitt erhält man das bekannte Bild, welches aus Schimpers Werk in alle Lehrbücher übergegangen ist[4]). Die Kapsel mit breitem Fuss eingesenkt in die vaginula, umgeben von der Calyptra mit dem Archegoniumhals. Der Sporensack überwölbt wie eine Kappe die Columella, die aus Zellen mit farblosem Inhalt besteht. Die Epidermiszellen der Kapsel sind radial gestreckt und führen reichlich Chlorophyll. In den Epidermiszellen der oberen Kapselhälfte ist es gleichmässig vertheilt, in den Zellen der unteren an der Innenseite angesammelt. Der

---

1) l. c. S. 898.

2) Ueber nicht assimilirende Chlorophyllkörper. Dissertation. Köln 1880.

3) l. c. S. 457.

4) Vgl. z. B. Goebel, Grundzüge d. Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie 1882. S. 204.

Sporensack ist mit kleinen Zellen austapezirt, welche kleine gelblichgrüne Chlorophyllkörner führen. Schliesslich enthalten die Zellen des Archespors ebenfalls Chlorophyll, welches aber in den Sporenmutterzellen verschwindet. Vielleicht kann die Kapsel somit selber das Material bilden, welches zur Ausbildung der Zellwände nöthig ist.

Das äussere Wassergewebe wird nach Haberlandt gebildet von dem zwischen der Epidermis im engeren Sinne und dem Assimilationssystem befindlichen farblosen oder doch sehr chlorophyllarmen Parenchym. Die stärkehaltigen Chlorophyllkörper, wie sie in der Columella vorkommen, finden sich hier seltener, so bei Mnium cuspidatum, bei Polytrichumarten in jüngeren Zuständen; nie aber so angehäuft in den einzelnen Zellen wie in der Columella. In den meisten Fällen sind vielmehr die Zellen des äusseren Wassergewebes abgesehen von einem feinen Protoplasmabeleg, wie es scheint, mit Wasser angefüllt, ihre Wände sind dünn und verbiegen sich leicht, sie haben also die Eigenschaft der typischen Wassergewebezellen. Ein derartiges Gewebe ist in den Laubmooskapseln ziemlich weit verbreitet; ich kann zu den von Haberlandt[1]) angeführten Beispielen noch hinzufügen Orthotrichum anomalum, Encalypta vulgaris, Bryum caespiticium, Bartramia pomiformis, Philonotis fontana. Das zuerst genannte Moos wächst auf Felsen, kann also leicht austrocknen, das zuletzt genannte an quelligen Stellen. Vom Standort scheint die Verbreitung des Gewebes unabhängig zu sein. Der Insolation können die Kapseln beider Moose ausgesetzt sein. Eben gegen diese ist vielleicht das Wassergewebe ein Schutz für das darunter liegende Assimilationssystem, indem es den Verdunstungsverlust auf sich nimmt und eine hohe Erwärmung der assimilirenden Zellen verhindert. Ein derartiges Schutzmittel ist zum Beispiel die Filzmütze an der Calyptra der Polytrichumarten, wie sich leicht beweisen lässt. Zunächst sind die Haare derselben am dichtesten verfilzt bei Polytrichum piliferum, welches an den sonnigsten Standorten wächst. Wurde ein Rasen von Polytrichum commune am Fenster nach Süden zu der Sonne ausgesetzt, den jungen Kapseln, die noch nicht ausgewachsen waren, die Mütze theilweise vorsichtig abgezogen, theilweise gelassen, so vertrockneten die ersteren sichtlich ziemlich bald, während die letzteren noch mehrere Tage darnach frisch waren.

Hier ist die Sache klar. Die Functionen des äusseren Wassergewebes sind viel schwieriger zu erkennen. Vor allem ist abzuwarten, ob es nicht der Mikrochemie gelingt, in dem scheinbar wässrigen Inhalt lösliche Körper nachzuweisen, welche für den Stoffwechsel von Bedeutung sind.

---

1) l. c. S. 424.

Ueber das Wachsthum der Zellhaut bei Wurzelhaaren.

Von

E. Zacharias.

(Hierzu Tafel XVI und XVII).

In meiner Arbeit über Wachsthum und Bildung der Zellhaut[1]) habe ich für ein zur Untersuchung der betreffenden Vorgänge in der lebenden Zelle günstiges Object (Wurzelhaare von Chara) Anlage und Wachsthum von Verdickungsschichten der Zellwand geschildert.

Die Frage nach den Ursachen, welche die Entstehung der Verdickungsschichten bedingen, ist in der erwähnten Arbeit nicht berührt worden. In den Sommermonaten der beiden letzten Jahre angestellte Untersuchungen[2]) haben nunmehr gezeigt, dass die Uebertragung der mit Wurzelhaaren besetzten, aus den Charenpflanzen herausgeschnittenen Knoten aus den Culturgefässen in reines Leitungswasser die Veranlassung zur Entstehung der Verdickungsschichten bildete. Letztere entstanden auch dann, wenn vor der Uebertragung das Leitungswasser genau auf die Temperatur des Wassers der Culturgefässe gebracht worden war. Das Herausschneiden der mit Wurzelhaaren besetzten Knoten kann die Entstehung der Verdickungen nicht bedingen. Sie bleiben aus, wenn man herausgeschnittene Knoten im Culturgefäss belässt, und bilden sich andererseits auch dann, wenn man völlig unverletzte Charensprosse aus dem Culturgefäss in Leitungswasser übertragen hat. Einflüsse irgendwelcher Art, welche durch den Vorgang des Uebertragens selbst auf die Wurzelhaare ausgeübt werden, sind es auch nicht, welche die Entstehung der Verdickungen bewirken. Eine Uebertragung aus einem Culturgefäss in ein anderes gleichartiges, in welchem ebenso lange wie in ersterem unter denselben Bedingungen Charen cultivirt worden sind, ruft keine Verdickungen hervor. Ebensowenig sind mechanische Reizungen, Veränderungen der Lage der Wurzelhaare zur Richtung der Schwerkraft von Einfluss.

Die Culturgefässe erhielten ursprünglich reines Leitungswasser. Dieses muss, während die Charen in demselben verweilten, in irgend einer Weise verändert worden sein, und dann bewirkte die Uebertragung der Wurzelhaare aus diesem veränderten Leitungswasser, in welchem sie bisher

---

1) Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Bot. Band XX. Heft 2. 1889.

2) Vergl. E Zacharias, Ueber Bildung und Wachsthum der Zellhaut bei Chara foetida. Berichte der deutschen botan. Gesellsch. Bd. VIII. .1890.

vegetirt hatten, in das reine, unveränderte die Entstehung der Verdickungsschichten.

Die genauere Schilderung einiger Versuche mag hier folgen. Dabei ist zu betonen, dass dieselben mit durchaus gesundem, in kräftigem Wachsthum begriffenen Materiale ausgeführt wurden. Ferner ist zu erwähnen, dass in denjenigen Fällen, für welche das Vorhandensein von Verdickungen angegeben wird, letztere sich häufig nur in einem Theile der Wurzelhaare des in Rede stehenden Knotens vorfinden.

1) Abends wurde ein mit Wurzelhaaren besetzter Charenspross aus einem Culturgefäss in ein anderes gleichartiges, eine Charencultur enthaltendes Gefäss übertragen. Am nächsten Morgen waren keine Verdickungen entstanden, bildeten sich aber sofort, als ein mit Wurzelhaaren besetzter Knoten aus dem Spross herausgeschnitten und auf einen mit reinem Leitungswasser bedeckten Objectträger gebracht worden war.

2) Knoten, welche aus Pflanzen derselben Cultur herausgeschnitten waren, wurden z. Th. in dieser belassen, z. Th. in Leitungswasser gebracht, dessen Temperatur derjenigen des Culturwassers gleich kam. Nach $^3/_4$ Stunden waren die Wurzelhaare an den im Culturwasser verbliebenen Knoten ohne eine Spur von Verdickungen, an den in Leitungswasser übertragenen hatten hingegen die Wurzelhaare Verdickungen erhalten.

3) Um zu prüfen, ob mechanische Reize etwa auf die Bildung der Verdickungen hinwirken könnten, wurden in den Culturgefässen belassene Haare einerseits mit einer glatten Nadel, andererseits mittelst der rauhen Internodien eines Charensprosses mehr oder minder lebhaft hin und her bewegt. Es entstanden keine Verdickungen.

4) Ein mit Wurzelhaaren besetzter Knoten wurde aus einem Spross herausgeschnitten und nun im Culturgefäss so gelagert, dass die Wurzelhaare in horizontale Lage kamen. Nach 4 Stunden hatten sich ihre Spitzen abwärts gekrümmt. Der Knoten gelangte nun in Leitungswasser auf einen Objecttrager. Verdickungen waren nicht zu erkennen, wurden aber schon nach einigen Minuten in Gestalt der früher von mir beschriebenen Stäbchenschichten ¹) in fast sämmtlichen Wurzelhaaren angelegt.

Wandverdickungen, welche den soeben behandelten an die Seite zu stellen sind, entstehen an den Spitzen der Wurzelhaare von Lepidium sativum, wenn in feuchter Luft erzogene Keimlinge in Leitungswasser gebracht werden ²). Samen von Lepidium wurden angeklebt an die mit feuchtem Fliesspapier bekleideten Seitenwände einer sodann oben mit

---

1) Entstehung und Wachsthum der Zellhaut. Pringsh. Jahrb. Bd. XX. Heft 2.

2) Das Auftreten von Wandverdickungen an Wurzelhaaren, nach dem Uebertragen von Keimlingen aus feuchter Luft in Wasser, ist schon von F. Schwarz erwähnt worden. (Die Wurzelhaare der Pflanzen. Tübinger Unters. Bd. I).

einer Glasplatte verschlossenen Krystallisirschale, deren Boden mit Wasser bedeckt war. Es wurden dann die Keimlinge zu den im folgenden mitzutheilenden Untersuchungen meist in sehr jugendlichem Zustande verwendet[1]). An derartigen Keimlingen pflegen sämmtliche vorhandene Wurzelhaare ein vollkommen gesundes, kräftiges Aussehen zu zeigen.

Gelangen Keimlinge, welche sich in der Nähe des oberen Randes der Krystallisirschale entwickelt haben, in Leitungswasser, so platzen alsbald alle Wurzelhaare, oder doch die meisten, während nur wenige oder gar keine Haare zu platzen pflegen, wenn solche Keimlinge in Wasser eingelegt werden, die sich im unteren Theil der Schale dicht über der den Boden bedeckenden Wasserschicht entwickelt haben, ohne jedoch in diese einzutauchen. Auf Keimlinge der letzteren Art beziehen sich die folgenden Mittheilungen.

Einige Zeit nach dem Einbringen der Keimlinge in Leitungswasser bemerkt man an den Spitzen sämmtlicher oder doch einer grossen Zahl der Wurzelhaare Wandverdickungen, wie sie in Fig. 1, 2, 3 abgebildet sind. Dabei erfahren vielfach sämmtliche Haare eines Keimlings keine Gestaltsveränderung, während in anderen Fällen eine grössere oder geringere Zahl von Haaren an der Spitze Auftreibungen erhält (Fig. 4), welche weiter unten noch in Betracht gezogen werden sollen.

Diejenigen Wurzelhaare, welche ihre Membran am Scheitel nach dem Einbringen in Wasser verdicken, zeigen in den näher untersuchten Fällen schon unmittelbar nach dem Eintauchen in Wasser und vor dem Sichtbarwerden der Verdickung keine Verlängerung mehr. Beispielsweise mag das Verhalten eines solchen Haares hier näher geschildert werden: Ein junger Keimling gelangte auf den Objectträger in Wasser, welches, um die auftretende Verdickungsschicht besser kenntlich zu machen, mit etwas Congoroth gefärbt war. Ein bestimmtes Wurzelhaar wurde sodann mittelst Ocularmikrometer gemessen. Das Haar zeigte 10 Minuten nach der Messung noch keine Verdickung. Nach weiteren 20 Minuten liess sich eine Verdickung deutlich erkennen, während schon früher undeutliche Spuren wahrgenommen wurden. Nach weiteren 10 Minuten war die Verdickung merklich gewachsen. Während der 40 Minuten seit der ersten Messung fand weder eine Verlängerung noch eine Gestaltsveränderung sonstiger Art des Haares statt. Dass derartige Haare ihr Wachsthum dauernd einstellen können, zeigt das im Folgenden zu beschreibende Verhalten von Keimlingen, welche aus feuchter Luft auf 1/2 Stunde in mit Congoroth gefärbtes Wasser und darauf in reines Leitungswasser gebracht worden waren. Fig. 5 stellt die Wurzel eines solchen Keimlings nach mehrtägigem Verweilen im reinen Wasser dar. Die anfänglich aufwärts gerichtete

---

[1]) Ihre Länge vom Ansatz der Cotyledonen bis zur Wurzelspitze betrug etwa 1 cm.

Spitze hat sich abwärts gekrümmt. Die Haare bei *a* besitzen schön roth gefärbte Membranen, einige sind mit Auftreibungen, alle mit Membranverdickungen am Scheitel versehen. Diese Haare müssen schon vorhanden gewesen sein, bevor die Keimlinge in das reine Leitungswasser gelangten[1]. Die am weitesten spitzenwärts gelegenen Haare der Gruppe bei *a* überragen kaum die Wurzeloberfläche, auf dieselben folgen nach rückwärts successive längere. Dieser Befund, zusammengehalten mit den Messungen, welche das Verhalten der Haare in der ersten Zeit nach dem Einbringen in Wasser feststellten, lässt schliessen, dass die Wurzelhaare, welche Membranverdickungen am Scheitel erhalten, ihr Längenwachsthum im Wasser dauernd einstellen können. (Plasmaströmung kann an derartigen Haaren oft noch mehrere Tage nach dem Einbringen in Wasser beobachtet werden).

Der Fig. 5 entsprechenden Zustände kann man auch dann erhalten, wenn man die Keimlinge direct in reines Leitungswasser einträgt.

Auch bei Chara wurde das Aufhören des Längenwachsthums an Wurzelhaaren beobachtet, deren Membran am Scheitel eine Verdickungsschicht erhält. Die Messung ganzer, mit dem Knoten in Verbindung stehender, lebender Wurzelhaare begegnet hier technischen Schwierigkeiten. Es wurden daher mit Wurzelhaaren besetzte Knoten aus der Cultur auf 20 Minuten in reines Leitungswasser eingelegt und darauf in das Culturgefäss zurückgebracht. Im Leitungswasser erhalten die Wurzelhaare Membranverdickungen am Scheitel und können dann, nach dem Zurückbringen in das Culturgefäss, eine Verlängerung unter gleichzeitiger Sprengung äusserer Membranschichten am Scheitel erfahren. Es kann auch anstatt einer derartigen Verlängerung des Haares am Scheitel, etwas rückwärts von diesem, ein Seitenast gebildet werden, welcher aus einer Sprengstelle in den äusseren Membranschichten hervorwächst. Die Länge solcher Seitenäste lässt sich nun, da die Sprengstellen an der Basis der Aeste gute Marken darstellen, mittelst des Ocularmikrometers bequem messen. Ein derartiger Seitenast besass z. B., als ein mit Wurzelhaaren besetzter Knoten 14½ Stunden nach der Rückübertragung in das Culturgefäss in Leitungswasser abgespült und sodann auf einen mit Leitungswasser bedeckten Objectträger gebracht worden war, eine Länge von 32 Scalentheilen. (Die Zeit, welche zwischen dem Herausheben aus der Cultur und der Vollendung der Messung verstrich, betrug 4 Minuten). 11 Minuten nach dem Einbringen in Leitungswasser konnte die Anlage einer Verdickungsschicht noch nicht erkannt werden. Als nach 7 Stunden der Ast wieder gemessen wurde, hatte sich seine Länge nicht verändert, ebensowenig war eine Auftreibung oder irgendwelche sonstige Gestaltsveränderung erfolgt. Hingegen war eine scharf gegen die Primärmembran abgegrenzte Verdickungsschicht entstanden, welche sich vom Scheitel nach rückwärts über 2,5 Scalentheile erstreckte.

---

[1] In der Nähe der weiterwachsenden, sich abwärts krümmenden Wurzelspitze haben sich, während der Keimling im reinen Wasser lag, weitere Haare entwickelt. Auf diese werde ich am Schluss der Arbeit zurückkommen.

Der Ast besass ein gesundes Aussehen und zeigte lebhafte Protoplasmaströmung.

Nach Zusatz von Chlorzinkjod färbte sich die Primärmembran braun, während sich von ihr die blau gefärbte Verdickungsschicht streckenweis lostrennte. Zwischen dieser und der Primärmembran befand sich etwas rückwärts vom Scheitel des Haares eine braune, körnige Schicht, welche sich unmittelbar am Scheitel nicht erkennen liess.

Das Vorhandensein von Membranverdickungen an der Spitze lebender Wurzelhaare von Lepidium kann schon kurze Zeit nach dem Einbringen der Keimlinge in Wasser erkannt werden. In einem Falle wurde an einem lebend constant beobachteten Haare nach Verlauf von 20 Minuten das Vorhandensein einer Verdickung wahrgenommen.

In welcher Art und Weise die Verdickungsschicht angelegt wird, lässt sich an Keimlingen, welche in reinem Leitungswasser liegen, nicht erkennen. Etwas besser gelingt das, wenn dem Wasser Congoroth beigemischt worden ist. Die Membran der Wurzelhaare nimmt dann sehr rasch eine deutliche Färbung an, während das lebende Protoplasma ungefärbt bleibt. Namentlich färbt sich etwa 10 Minuten nach dem Einbringen der Keimlinge in das gefärbte Wasser, oder schon früher, die Membran an der Spitze des Haares intensiver als weiter gegen die Basis hin. Bringt man nunmehr durch Zusatz von Zuckerlösung das Plasma zur Contraction, so lässt sich das Vorhandensein einer tief roth gefärbten Verdickungsschicht am Scheitel des Haares erkennen, welche sich scharf gegen die Primärmembran abgrenzt. Letztere erscheint im optischen Durchschnitt farblos. Die Verdickungsschicht ist von nicht homogenem Aussehen, innen nicht glatt contourirt, sie erinnert sehr an das Aussehen junger Verdickungsschichten von Chara[1]), doch ist ein deutlicher Stäbchenbau, wie dort, nicht wahrzunehmen, ein Umstand, der mit der geringeren Grösse der Wurzelhaare von Lepidium zusammenhängen kann (vergl. Fig. 6, welche ein Wurzelhaar von Lepidium darstellt, dessen Plasma durch Zuckerlösung zur Contraction gebracht worden war, nachdem das Haar ¼ Stunde in Congoroth-Wasser gelegen hatte). Bei andauernder Beobachtung von Keimlingen, welche in Congoroth-Wasser liegen, zeigt sich die Verdickungsschicht, sobald man sie zu erkennen vermag, als scharf gegen die Primärmembran abgegrenzte, rothe, körnige, innen zackige

---

[1]) Verdickungsschichten ähnlicher Art sind von **Kohl** für Haare von Lagenaria vulgaris und Cajophora lateritia beschrieben worden. (Wachsthum und Eiweissgehalt vegetabilischer Zellhäute. Botan. Centralblatt 1889. No. 1).

Schicht. Fig. 7 zeigt eine ältere mit Congoroth gefärbte Verdickung. Wurzelhaare mit starken Verdickungsschichten, welche kurze Zeit mit Congoroth-Wasser behandelt worden waren und nach dem Auswaschen desselben in reinem Wasser untersucht wurden, zeigten die Primärmembran gefärbt, die Verdickungsschicht hingegen farblos. An der Innengrenze der Primärmembran war eine sehr schmale, feinkörnige Schicht wahrzunehmen. Besonders scharf tritt die Abgrenzung der Primärmembran gegen die Verdickungsschicht hervor, wenn man mit Congoroth behandelte Wurzelhaare in ein Gemisch von Pikrinsäure und Nigrosin [1]) bringt, desgleichen nach der Behandlungen von Verdickungen, welche sich in reinem Leitungswasser gebildet haben, mit stark verdünnter Schwefelsäure (1 volumen reine concentr. Schwefelsäure des Handels auf 100 volumina Wasser). Die Wurzelhaare wurden in der Säure unter Deckglas kurze Zeit gelinde erwärmt und dann nach 24stündigem Verweilen in der Säure darin untersucht. Die Verdickungsschichten waren nun sehr blass geworden und hatten ein stark gequollenes Aussehen angenommen (Fig. 8), während sich im übrigen an den Membranen keine Anzeichen von Quellung bemerkbar machten. Die Primärmembran verlief continuirlich, scharf doppelt conturirt über den Scheitel des Haares. Auf Zusatz von Chlorzinkjod färbten sich die Wandungen blau, die Primärmembran anscheinend heller als die Verdickungsschicht. Wirkt Chlorzinkjod auf lebende Haare ein, so wird ebenfalls die Abgrenzung der Verdickungsschicht gegen die Primärmembran deutlich. Es erfolgt eine Quellung der Verdickungsschicht wie in den Wurzelhaaren von Chara, ohne dass jedoch wie dort bei jungen in der Bildung begriffenen Verdickungsschichten eine Ablösung der letzteren von der Primärmembran festgestellt werden kann. Plasmaeinschlüsse zwischen der Primärmembran und der Verdickungsschicht, wie sie bei Chara sehr häufig vorkommen, habe ich bei Lepidium nur in einzelnen Fällen beobachtet. In Fig. 9 ist ein Wurzelhaar mit stärkerer Verdickung nach Behandlung mit Chlorzinkjod abgebildet worden. Die Verdickungsmasse war innen von tief blauer Farbe, welche nach aussen hin in hellere Töne überging. Auch nach der Behandlung lebender Wurzelhaare mit Congoroth konnte mehrfach beobachtet werden, dass der an das Zelllumen angrenzende Theil der Verdickung sich anders verhielt als die äusseren Theile derselben. Ersterer erschien farblos, mehr oder weniger deutlich doppelt conturirt, letztere hingegen zeigten sich gefärbt.

Aus obigem ergiebt sich, dass die Verdickungsschichten von Lepidium wie diejenigen von Chara [2]) als Neubildungen aufzufassen sind, welche sich der vorhandenen Membran innen anlagern. Haberlandt[1]) hat für verschiedene Angiospermen nachgewiesen, dass die Wurzelhaare sich lediglich durch Spitzenwachsthum verlängern. Es ist anzunehmen, dass unter normalen Verhältnissen bei Lepidium Flächenwachsthum der Membran nur am Scheitel des Wurzelhaares stattfindet. Die weiter rückwärts gelegenen Theile der Membran des Haares erfahren anscheinend auch kein Dickenwachsthum, so dass die Ablagerung von Cellulose sich wahrscheinlich auf die Spitze des Haares beschränkt. Nach dem Uebertragen des Haares aus Luft in Leitungswasser hört in vielen Fällen das Flächenwachsthum der vorhandenen Membran auf, das Haar verlängert sich weder, noch verändert es im übrigen seine Gestalt. Die Bildung von Cellulose wird aber fortgesetzt und es entsteht die Verdickungsschicht, welche meist nur am Scheitel des Haares auftritt. Diejenigen Stoffe, welche unter normalen Verhältnissen für das mit Flächenvergrösserung verbundene Wachsthum der Membran am Scheitel des Wurzelhaares verwendet werden, werden auch jetzt am Scheitel des Haares, jedoch für den Aufbau einer in die Dicke wachsenden Neubildung verwendet. Der Umstand, dass sich auch bei Chara die Verdickungsschicht meist auf den Scheitel des Haares beschränkt, spricht dafür, dass auch hier unter normalen Verhältnissen streng localisirtes Spitzenwachsthum der Wurzelhaare besteht.

---

[1]) Vergl. E. Pfitzer: Ueber ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren für die Untersuchung des plasmatischen Zellleibs. (Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. Bd. I, p. 44, 1883).

[2]) Vergl. E. Zacharias, Entstehung und Wachsthum der Zellhaut. l. c.

Versuchen wir es nun, den Verhältnissen näher zu treten, welche das Aufhören des Flächenwachsthums der Membran und die Bildung der Verdickungsschichten bedingen. Bei Chara wird beides zunächst veranlasst durch die Uebertragung aus dem Culturwasser in reines Leitungswasser, bei Lepidium durch die Uebertragung aus feuchter Luft in Wasser. Ebenso wenig wie bei Chara kommen hier etwaige Temperaturdifferenzen der verschiedenen Medien in Betracht. Die Verdickungen blieben nicht aus als Lepidium-Keimlinge aus feuchter Luft in Wasser gebracht wurden, welches dieselbe Temperatur hatte wie die Luft, in welcher die Keimlinge sich entwickelt hatten[2]).

Das Auftreten von Membranverdickungen am Scheitel der Wurzelhaare von Lepidium sativum hat nach Cultur in Zuckerlösungen schon Wortmann[3]) beschrieben. Die Verdickung kommt bei der Cultur in Zuckerlösungen nach Wortmann (S.-A. p. 18) dadurch zu Stande, »dass ein grosser Theil der in der Zelle vorhandenen Turgorkraft inactiv bleibt, während nur ein verhältnissmässig geringer Theil zur Geltung kommen

---

1) Ueber die Beziehnungen zwischen Function und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen. Jena 1887. p. 54.

2) Beiläufig mag hier erwähnt werden, dass auch in Wasser von höherer Temperatur (28—30° C.) die Wurzelhaare von Lepidium starke Membranverdickungen am Scheitel erhalten können.

3) Beiträge zur Physiologie des Wachsthums. Botan. Ztg. 1889.

kann. Die Folge davon ist dann eine nur geringe Dehnung der Membran, und da die Ergiebigkeit der Membranbildung in der Zuckerlösung zum *mindesten nicht geschwächt wurde, so kommt es mit Nothwändigkeit zu* Verdickungen am Scheitel der Zelle«. Wortmann (S.-A. p. 25) ist der Meinung, »dass durch continuirliche Membranbildung von seiten des Protoplasmas die vorhandene Zellwand fortdauernd an Dicke zunimmt, und dass es ganz von der Grösse der wirkenden Turgorkraft abhängt, ob und in welchem Maasse eine Dehnung und damit ein Flächenwachsthum der Membran stattfindet. Das Flächenwachsthum stellt demnach nichts anderes vor als ein einfaches plastisches Ausdehnen der sich immer stärker ausbildenden Membran unter dem Einflusse des Turgordruckes. Ist dieser gross genug, um eine Dehnung der Membran zu bewirken, so erfolgt Flächenwachsthum, ist er zu gering oder wird durch stärkere Membranbildung die Dehnbarkeit bei gleichbleibendem Turgordruck genügend herabgesetzt, so wird das Flächenwachsthum sistirt, in demselben Maasse aber tritt nun die Verdickung der Membran in die Erscheinung«.

Wortmann geht bei seiner Erklärung der Entstehung der Verdickungen bei Lepidium von einer Auffassung des Membranwachsthums aus, welche im Wesentlichen mit der von Strasburger[1]), Noll[2]) und anderen vertretenen übereinstimmt; einer Auffassung, der man übrigens auch schon bei Schacht[3]) begegnet. Nach Schacht entsteht »vermittelst Zellstoffabscheidung die primäre Zellwand, und durch eine Wiederholung desselben Vorganges bilden sich auch die Verdickungsschichten«. Wenn sich der ganze Zellinhalt vergrössert, muss ihm die Membran, wenn sie hierzu überhaupt im Stande ist, folgen. Dabei muss sie dünner werden, wenn sie nicht gleichzeitig entsprechend verdickt wird. Die Annahme eines Zellenwachsthums durch Intussusception wird von Schacht als durch nichts begründet abgewiesen. Schacht beschränkt sich also keineswegs, wie Noll (l. c. p. 103) angiebt, auf den kurzen Hinweis »Mit dem Grösserwerden der Zelle selbst ist natürlich auch ein Wachsthum ihrer Membran verbunden, dieselbe wächst mit der Zelle wahrscheinlich durch Ausdehnung«. Dippel[4]) schliesst sich den Anschauungen Schachts an.

Dass so einfache Beziehungen zwischen Turgor- und Membranwachsthum, wie sie namentlich von Wortmann angenommen werden, nicht bestehen, dass wir überhaupt »von einer Erkenntniss der Wachsthumsursachen noch sehr weit entfernt sind«, wird von Klebs[1]) hervorgehoben. Klebs betrachtet den Turgor unter normalen Verhältnissen als nothwendig für das Zustandekommen des Wachsthums, aber »der Turgor ist keine Ursache des Wachsthums, sie liegt vorzugsweise in dem Protoplasma. Er ist nur eine Bedingung zum Zustandekommen desselben, ebenso wie Nahrungszufuhr, Sauerstoff, Temperatur«.

---

[1]) Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882. Später hat Strasburger allerdings eine Modificirung seiner Ansichten eintreten lassen. (Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute. Histologische Beiträge. Heft I. 1889. Vergl. mein Referat Botan. Ztg. 1889, Sp. 379.

[2]) Experimentelle Untersuchungen über das Wachsthum der Zellmembran. Würzburg 1887.

[3]) Lehrbuch der Anat. u. Physiol. d. Gewächse. I. p. 92, 93. 1856.

[4]) Beiträge zur vegetabilischen Zellenbildung. Leipzig 1858. p. 20, 21.

Neuerdings hat Askenasy[2]) ausgeführt, dass die Lehre, welche das Flächenwachsthum der Zellmembran als eine Wirkung des Turgors hinstellt, ihre allgemeine Verbreitung hauptsächlich dem Umstande zu verdanken hat, dass sie anscheinend sehr einfach ist. Ihre Einfachheit spricht jedoch nach Askenasy eher gegen ihre Richtigkeit als für dieselbe, da die ihrer inneren Natur nach so verwickelten Lebensvorgänge sich gewöhnlich nicht auf so einfache Weise erklären lassen. In klarer, übersichtlicher Weise stellt sodann Askenasy die Einwände zusammen, welche sich auf Grund seiner eigenen und fremder Beobachtungen gegen die Turgortheorie erheben lassen. Namentlich sind es Beobachtungen und Erwägungen von Nägeli, Pfeffer, Krabbe, Zimmermann[3]), Klebs, welche Askenasy berücksichtigt. Er selbst konnte feststellen, »dass die Verkürzung von Maiswurzeln, welche bei Aufhebung des Turgors stattfindet, den gleichen Werth hat, mag sie nun bei Temperaturen erfolgen, die ein lebhaftes Wachsthum der Wurzeln veranlassen, oder bei solchen, wo die Wurzeln nicht oder nur unbedeutend in die Länge wachsen«. Entsprechende Resultate erhielt Godlewski[4]). Er fand, dass die Turgorausdehnung und die Dehnbarkeit der Zellhäute bei den Pflanzen, welche bei einer sehr niedrigen Temperatur ausserordentlich langsam wachsen, keine wesentlich anderen sind als bei denjenigen, welche bei einer viel höheren Temperatur sich in energischem Wachsthum befinden. Ferner fand Godlewski bei einer vergleichenden Untersuchung etiolirter und nicht etiolirter Pflanzen, dass in derjenigen Strecke des Epicotyls, in welcher der Unterschied in der Wachsthumsgeschwindigkeit zwischen etiolirten und nicht etiolirten Pflanzen am grössten ist, Unterschiede hinsichtlich der Turgorausdehnung, sowie der Dehnbarkeit, sich

---

1) Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Tübinger Untersuchungen p. 529.

2) Ueber einige Beziehungen zwischen Wachsthum und Temperatur. Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. VIII. Jahrg. Heft 3. 1890.

3) Vergl. auch die treffenden kritischen Erörterungen dieses Autors in seinem jüngst publicirten Aufsatz über die mechanischen Erklärungsversuche der Gestalt und Anordnung der Zellmembranen. (Beitr. z. Morphol. u. Physiol. d. Pflanzenzelle. Heft II. Tübingen 1891).

4) Ueber die Beeinflussung des Wachsthums der Pflanzen durch äussere Factoren. (Anzeiger der Academie der Wissenschaften in Krakau. 1890. p. 166.

Die Art und Weise der Wachsthum retardirenden Lichtwirkung und die Wachsthumstheorien. (Ebenda p. 286).

nicht nachweisen lassen. Mit diesen Thatsachen ist nach G. die namentlich von Wortmann entwickelte »Dehnungstheorie« unvereinbar.

Nach Wortmann sollen die an Wurzelhaaren von Lepidium sativum von ihm beobachteten Erscheinungen einen klaren Einblick in die Vorgänge des Membranwachsthums gewähren, sie sollen sich auf Grundlage seiner theoretischen Anschauungen in durchaus befriedigender Weise erklären lassen. Bei eingehenderer Untersuchung und Erwägung der Sachlage zeigt es sich jedoch, dass es sich hier um Vorgänge handelt, welche sich einer befriedigenden Erklärung auf Grundlage unserer gegenwärtigen Kenntnisse entziehen.

Berücksichtigen wir zunächst die Membranverdickungen, welche an den Wurzelhaaren von Chara nach der Uebertragung aus den Culturgefässen in reines Leitungswasser auftreten. Wollte man annehmen, dass hier eine Herabsetzung des Turgors [1]) oder der Dehnbarkeit der vorhandenen Membran erfolgt, so würde sich dadurch wohl das Aufhören des Flächenwachsthums der Wurzelhaare an und für sich vom Wortmannschen Standpunkt aus erklären lassen, nicht aber das Auftreten der Membranverdickung unter den hier beobachteten Erscheinungen. Diese Erscheinungen, welche schon früher von mir [2]) beschrieben worden sind, sollen insoweit das für die hier behandelten Fragen von Interesse ist auf Grundlage weiterer Untersuchungen im Folgenden ausführlicher behandelt werden, als das in meiner früheren Arbeit geschehen ist.

Betrachtet man die Spitzen der Wurzelhaare unmittelbar nach ihrer Uebertragung aus dem Culturwasser in Leitungswasser auf einen Objectträger, so beobachtet man in den äussersten Spitzen relativ homogenes Plasma ohne gröbere Einlagerungen. Dort, wo dieses dem an gröberen Einlagerungen reicheren Plasma der von der Spitze weiter entfernten Theile des Wurzelhaares angrenzt, bilden die glänzenden Körper [3]) eine compacte Ansammlung. Fig. 10 zeigt diesen Zustand der Wurzelhaar-Spitze nach der Fixirung durch Osmiumsäure. Das homogenere Plasma erscheint heller als das an gröberen Einlagerungen reichere.

---

1) Vgl. die Bemerkungen von Klebs über die Beeinflussung des Turgors durch »alle möglichen äusseren Einflüsse«. (Ueber die Vermehrung von Hydrodictyon utriculatum. Flora 1890. Heft 5. p. 364.)

2) Ueber Entstehung und Wachsthum der Zellhaut. l. c.

3) Vgl. l. c. p. 108. Weitere Angaben über die Beschaffenheit des Plasma der Wurzelhaare finden sich in meiner Arbeit über Kern- und Zelltheilung (Bot. Ztg. 1888). Diesen Angaben mögen hier noch die folgenden hinzugefügt werden: Nach Einwirkung von Chlorzinkjod auf lebende Wurzelhaare wurde mehrfach im Wandbeleg des Zellsaftraumes die Trennung eines äusseren fein granulirten Theiles des Protoplasma von einem inneren grobkörnigen beobachtet. Der äussere Theil des Wandbeleges hatte sich weniger von der Zellwand zurückgezogen als der innere und hatte sich von letzterem streckenweise vollständig getrennt. Bei dem Eintragen lebender Wurzelhaare in Pikrinsäure kommt es vor, dass sie an der Spitze platzen

Für zahlreiche zur Beobachtung gelangte Fälle konnte festgestellt werden, dass in denjenigen Wurzelhaaren, in deren Spitze nach dem Uebertragen in Leitungswasser eine Stäbchenverdickung[1]) angelegt wird, die Glanzkörper, welche unmittelbar nach dem Eintragen der Haare in Leitungswasser nur geringfügige Hin- und Herbewegungen zeigen, letztere alsbald erheblich beschleunigen. Die Glanzkörper rücken sodann, indem sie sich lebhaft hin und her schieben und dabei ihre bisherige Anordnung zu einem compacten Haufen aufgeben, zum Theil bis in die äusserste Spitze des Wurzelhaares vor. Später, nachdem die Verdickung sichtbar geworden ist, ziehen sie sich wieder mehr aus der Spitze des Haares zurück, ohne sich jedoch wieder zu einer dichten Ansammlung zu vereinigen. Fig. 15 giebt diesen Zustand nach der Fixirung durch Pikrinsäure wieder. Die Spitze des Wurzelhaares ist hier von ganz fein gerüstartig erscheinendem Plasma erfüllt, welches sich weiter rückwärts auf einen schmalen, das grobkörnige Plasma umgebenden Saum beschränkt. Gleichzeitig mit dem Einrücken der Glanzkörper in die äusserste Spitze der Wurzelhaare nimmt hier, wie in einigen Fällen durch directe Beobachtung festgestellt werden konnte, der Gehalt des Plasma an wimmelnden Körnchen in unmittelbarer Nähe der Membran erheblich zu.

Mehrfach zeigte es sich, dass in einzelnen Wurzelhaaren eines Knotens die Anordnung der Glanzkörper sich nach der Uebertragung in Leitungswasser nicht veränderte. In diesen Wurzelhaaren bildete sich dann keine Stäbchenverdickung, während in den übrigen Haaren des Knotens Umlagerung der Glanzkörper und Bildung der Stäbchenverdickung erfolgte.

---

und das centrale, grobkörnige Plasma der in der Spitze des Wurzelhaares befindlichen Ansammlung ganz oder theilweise ausgestossen wird, während das periphere Plasma an Ort und Stelle verbleibt (Fig. 11). Fig. 12 zeigt den Inhalt einer beim Eintragen in Pikrinsäure geplatzten Schlauchspitze. Das grobkörnige centrale Plasma war von dem umgebenden homogeneren abgetrennt worden und stand im Begriff durch einen Riss in letzterem auszutreten, als die Fixirung erfolgte. Auch Fig. 13 stellt den Inhalt einer in Pikrinsäure geplatzten Haarspitze dar. Es lässt sich hier eine äussere Plasmaschicht unterscheiden, welche nach aussen ganz glatt contourirt und auch nach innen deutlich begrenzt ist. Dieser membranartigen Schicht liegt innen homogeneres Plasma an, auf welches dann grobkörnigeres folgt. Die Hauptmasse des letzteren ist beim Platzen des Haares ausgestossen worden. Ein Theil des Wandbelegs von demselben Wurzelhaar, und zwar aus der rückwärts von der plasmaerfüllten Spitze befindlichen Region, ist in Fig. 14 abgebildet worden. Hier ist die äusserste, membranartige Plasmaschicht ungemein dünn und nach innen minder scharf abgesetzt als in Fig. 13. Nach innen folgt auf die membranartige Schicht eine breitere homogenen, darauf eine solche grobkörnigen Plasmas. (Vgl. zu dem Vorstehenden: Pfeffer, Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen etc. XVI. Band der Abhandl. d. mathem.-physischen Classe d. K. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. No. II. Leipzig 1890. p. 246 u. a. a. O.)

1) Vgl. Zacharias, Entstehung u. Wachsthum d. Zellh. p. 110.

In dem Verhalten des Plasma der Wurzelhaarspitze gegen Chlorzinkjodlösung besteht eine Verschiedenheit zwischen solchen Wurzelhaaren, welche unmittelbar aus der Cultur in Chlorzinkjod gelangen, und solchen, welche mit dem Reagens behandelt werden, nachdem sie in Leitungswasser übertragen worden und die Glanzkörper in die äusserste Spitze eingerückt sind. Die genauere Beschreibung zweier mit derselben Chlorzinkjodlösung angestellter Versuche mag hier beispielsweise folgen:

1) Zwei mit Wurzelhaaren besetzte Knoten gelangten direct aus der Cultur in die Chlorzinkjodlösung. Das Plasma der Haarspitze zog sich überall vollständig von der Membran zurück. (Bei früheren Versuchen [l. c. p. 117] blieb zuweilen etwas braune, körnige Substanz in dünner Schicht an der Membran haften.)

2) Ein mit Wurzelhaaren besetzter Knoten wurde in Leitungswasser abgespült und dann auf den Objectträger in Leitungswasser übertragen. In dem einen von zwei nebeneinander liegenden Wurzelhaaren rückten nun die Glanzkörper in die äusserste Spitze ein und wimmelten dort lebhaft umher, während gleichzeitig in dem andern die Glanzkörper in einiger Entfernung von der Spitze einen dichten Haufen bildeten, in welchem nur geringfügige Bewegung herrschte. Als nun Chlorzinkjod zugesetzt wurde, zog sich in der Spitze des letzteren Wurzelhaars das Plasma vollständig von der Membran zurück, während bei ersterem der sich contrahirende Plasmakörper der Membran in der Spitze des Haares dicht angeschmiegt verblieb und sich nur weiter rückwärts vom Haarscheitel von der Membran ablöste (Fig. 16).

Entsprechende Versuche wurden mit dem gleichen Ergebniss wiederholt angestellt. Die als Stäbchenschicht angelegte Verdickung erscheint von ihrem Sichtbarwerden an stets scharf gegen die Primärmembran abgegrenzt, und lässt sich in jugendlichem Zustande von letzterer durch Mittel, welche eine Contraction des Plasmakörpers bewirken, vollständig abtrennen [1]). Die Verdickungsschicht ist quellbarer als die Primärmembran. Häufig liegt die Verdickung der Primärmembran nicht überall unmittelbar an, sondern wird von ihr streckenweise durch Plasmaeinschlüsse getrennt.

In meiner Arbeit über Entstehung und Wachsthum der Zellhaut habe ich das Vorhandensein solcher Plasmaeinschlüsse als nicht wahrscheinlich bezeichnet. Ich glaubte die ganzen mit Chlorzinkjod sich bräunenden Schichten, welche in Wurzelhaaren mit verdickten Membranen häufig der Primärmembran innen unmittelbar anliegen und ihrerseits wieder von Schichten überlagert werden, welche Cellulosereactionen zeigen, für nachträglich veränderte Cellulose halten zu sollen. Gegen die Auffassung der braun werdenden Schichten als Plasmaeinschlüsse schien mir namentlich

---

1) Entstehung und Wachsthum der Zellhaut. Taf. VIII Fig. 14, 15.

der Umstand zu sprechen, dass die schon von Cellulose überlagerten derartigen Schichten in jugendlichen Verdickungen nicht so mächtig sind wie in älteren. Da ich nun nach abermaliger Untersuchung zahlreicher Anfangsstadien die Ueberzeugung gewonnen habe, dass hier zunächst Plasmaeinschlüsse vorliegen, so bin ich geneigt die grössere Mächtigkeit der braun werdenden Schichten älterer Verdickungen durch eine nachträgliche Umwandlung äusserer, an den Plasmaeinschluss angrenzender Theile der Verdickung zu erklären, welche ursprünglich aus reiner Cellulose bestanden. Nachweislich erleidet vielfach die Primärmembran eine derartige Umwandlung. Während sie sich vor dem Auftreten der Verdickung mit Chlorzinkjod blau färbt, nimmt sie nachher mit diesem Reagens meist eine braune Färbung an [1]).

Für das Vorhandensein von Plasmaeinschlüssen sprechen folgende Beobachtungen: Als wenige Minuten nach dem Einbringen von Wurzelhaaren in Leitungswasser Chlorzinkjod zugesetzt wurde, konnte an solchen Wurzelhaaren, deren Glanzkörper in die äusserste Spitze eingerückt waren, beobachtet werden, wie in der Scheitelkuppe des Haares eine Schicht relativ fein granulirten Plasmas an die Membran dicht angeschmiegt haften blieb, welche Schicht nach rückwärts continuirlich in das periphere, hier von den Seiten des Wurzelhaares zurückgezogene Plasma überging. Von der in der Scheitelkuppe des Haares an der Membran haftenden Schicht zog sich das an gröberen Einlagerungen reichere Plasma zurück und es entstand hier im Innern des Plasmakörpers ein im optischen Durchschnitt sichelförmiger Raum, welcher, abgesehen von einigen ihn durchsetzenden Strängen plasmafrei wurde. (Vgl. Entstehung und Wachsder Zellhaut Fig. 17. Hier fehlen jedoch die den sichelförmigen Raum durchsetzenden Plasmastränge. Die Plasmaschicht, welche sich der Membran in der Scheitelkuppe des Haares anschmiegt, ist in der Lithographie nicht mit genügender Deutlichkeit wiedergegeben worden. Namentlich lässt die Figur nicht deutlich genug erkennen, dass diese Plasmaschicht mit dem rückwärts befindlichen Plasma in Verbindung steht.) Ist die Verdickungsschicht soeben angelegt, so kommen nach Zusatz von Chlorzinkjod nicht selten Bilder wie in Fig. 17 zur Beobachtung. Die Figur stellt einen Theil der Scheitelkuppe eines Wurzelhaares dar. Der Primärmembran liegt bei *p* eine braune körnige Schicht an, von welcher sich

---

1) Vergl. Krabbe, Ein Beitrag zur Kenntniss der Structur und des Wachsthums vegetabilischer Zellhäute. Pringsh. Jahrb. f. Wiss. Bot. Bd. XVIII. Heft 3. p. 418—420. Das Vorhandensein von Plasmaeinschlüssen zwischen auf einander folgenden Membranschichten wird auch von Kohl (Wachsthum und Eiweissgehalt vegetabilischer Zellhäute. Bot. Centralblatt 1889 No. 1), Haberlandt (Ueber Einkapselung des Protoplasmas mit Rücksicht auf die Function des Zellkerns. Sitzgsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Mathem.-Naturw. Cl. Bd. XCVIII. Abth. I. März 1889) und Anderen beschrieben.

die hellblau gefärbte Verdickungsschicht *v* abgehoben hat. Von dieser hat sich das Plasma *pl* zurückgezogen. Bei *p'* scheint letzteres mit der braunen Schicht *p* in ununterbrochener Verbindung zu stehen. Die braune Schicht *p* unterscheidet sich in ihrem Aussehen in keiner Weise von dem Plasma *pl* und andererseits von den peripheren Plasmaschichten, welche auf Zusatz von Chlorzinkjod an der Membran in Wurzelhaarspitzen haften bleiben, die noch keine auf Cellulose reagirende Verdickungsschicht erhalten haben.

Die Gesammtheit der hier und a. a. O. hinsichtlich der Entstehung und Beschaffenheit der Verdickungsschichten in den Wurzelhaaren von Chara mitgetheilten Thatsachen lassen dieselben als Neubildungen im Sinne Krabbe's erscheinen [1]).

Ob der Turgor der Wurzelhaare nach der Uebertragung derselben in Leitungswasser abnimmt oder nicht, hat nicht festgestellt werden können wegen der erheblichen Turgordifferenzen, welche verschiedene Wurzelhaare schon unmittelbar nach ihrer Entnahme aus den Culturgefässen zeigen. Dafür, dass eine etwaige Herabsetzung des Turgors der Wurzelhaare die Entstehung der Verdickungen nicht veranlasst, spricht der Umstand, dass die Verdickungen auch dann sofort entstehen, wenn mit Wurzelhaaren besetzte Knoten in stark verdünnte Pikrinsäurelösung gebracht werden. Ein Theil der Wurzelhaare platzt sofort, während andere Verdickungen erhalten. Derartige Wurzelhaare waren noch nach 48stündigem Verweilen in der Pikrinsäurelösung am Leben und hatten dann sehr mächtige Verdickungsschichten gebildet. Auch nach dem Uebertragen von Wurzelhaaren in destillirtes Wasser entstehen Verdickungen [2]). Als beweisend können diese letzteren Thatsachen selbstverständlich nicht betrachtet werden, da sie auf verschiedene Weise erklärt werden können. Jedenfalls ist aber nicht einzusehen, wie lediglich durch eine Herabsetzung des vom Zellinhalt gegen die Zellwand ausgeübten Druckes die Entstehung einer Neubildung unter den geschilderten Erscheinungen bewirkt werden könnte. Entsprechende Erwägungen gelten hinsichtlich des Einflusses einer etwaigen Herabsetzung der Dehnbarkeit

---

1) Hinsichtlich des Unterschiedes zwischen einer Verdickung durch Neubildung und durch Apposition im engeren Sinne des Wortes vergl. Krabbe l. c. sowie mein Referat (Bot. Ztg. 1889 p. 379) über Strasburger's Schrift »Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute«. Wenn Behrens neuerdings in seiner Arbeit »Zur Kenntniss einiger Wachsthums- und Gestaltungsvorgänge in der vegetabilischen Zelle« (Bot. Ztg. 1890 p. 115) Krabbe gegenüber bemerkt, ein Grund für die Unterscheidung von Anlagerung ausgedehnter Lamellen und Apposition als Anlagerung kleinster Theilchen scheine ihm nicht vorhanden zu sein, beide unterschieden sich ja nur durch die Ausdehnung des Ablagerungsortes, so beweist er damit, dass er die Meinung Krabbe's nicht richtig aufgefasst hat.

2) Desgleichen nach dem Einbringen in Zuckerlösungen verschiedener Concentration.

der im Moment der Uebertragung von Wurzelhaaren aus den Culturgefässen in Leitungswasser vorhandenen Membran auf die Entstehung der Verdickungen. Vom Standpunkte Wortmann's aus könnte man endlich noch für möglich halten, dass nach der Uebertragung der Wurzelhaare in Leitungswasser in Folge einer Einwirkung unbekannter Art auf den Zellinhalt die Cellulosebildung vermehrt, dadurch die Dehnbarkeit der Membran vermindert und auch bei gleichbleibendem Turgordruck das Flächenwachsthum der Membran sistirt wird. Dass thatsächlich die Cellulosebildung vermehrt wird, ist jedoch nicht nachgewiesen. Festgestellt ist lediglich, dass in Folge der Uebertragung der Wurzelhaare in Leitungswasser das Flächenwachsthum der Membran aufhört und dass diese Uebertragung in bestimmter Weise verändernd auf denjenigen Theil des Protoplasmas einwirkt, in welchem nach dem Eintreten der betreffenden Veränderungen die Anlage der Verdickungsschicht sichtbar wird. Auf Vermuthungen, welche man an diesen Thatbestand etwa anknüpfen könnte, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Ob bei Lepidium in den weiter oben von mir geschilderten Fällen von Membranverdickung eine Herabsetzung des Turgors innerhalb der Zeit, in welcher die Verdickungen entstehen, eintritt oder nicht, das lässt sich auf Grund der angestellten plasmolytischen Untersuchungen nicht entscheiden. Bei den aus den Feuchtluft-Culturen entnommenen Keimlingen und ebenso bei solchen Keimlingen, deren Wurzelhaare nach der Uebertragung in Leitungswasser im Begriff sind Verdickungen zu bilden[1]), wird durch Rohrzuckerlösungen von 9 bis 10% binnen 5 Minuten nach dem Einbringen in diese Lösungen meist Plasmolyse in den Wurzelhaaren bewirkt[2]). Da demnach die Keimlinge (und ebenso die Wurzelhaare desselben Keimlings) sich nicht gleichartig verhalten, die für das Eintreten der Plasmolyse nothwendige Concentration der Zuckerlösung vielmehr wie angegeben schwankt, so lassen diese Resultate der plasmolytischen Untersuchung immerhin die Annahme einer Herabsetzung des Turgors der Wurzelhaare nach dem Einbringen in Leitungswasser zu. Für wahrscheinlich kann jedoch eine solche Herabsetzung des Turgors vor der alsbald nach dem Einbringen des Keimlings in Leitungswasser beginnenden Bildung der Membranverdickung nicht gelten, wenn man bedenkt, dass eine Anzahl von Haaren nach dem Einbringen in Wasser platzt. Uebrigens kommen hier hinsichtlich der Entstehung der als Neubildung erkannten Verdickungsschicht und des Aufhörens des Flächenwachsthums dieselben Erwägungen in Betracht wie bei Chara.

---

[1]) Es wurden Keimlinge unmittelbar nach dem Einbringen in Leitungswasser untersucht, und ferner, nachdem sie 10 Minuten, ¼ Stunde, 20 Minuten und bis zu 5 Stunden im Wasser gelegen hatten. Die ersten Spuren der Plasmolyse sind meist an den Spitzen der Wurzelhaare zu erkennen.

[2]) Sowohl unter den untersuchten Feuchtluft-Keimlingen, als auch unter den in Leitungswasser übertragenen befanden sich je 2, bei welchen 10procentige Zuckerlösung überhaupt keine Plasmolyse bewirkte, oder dieselbe doch nur in wenigen Wurzelhaaren hervorbrachte. — Bei einem Keimling, welcher in feuchter Luft erzogen war und sodann 24 Stunden in horizontaler Lage in Leitungswasser verweilt hatte, war eine scharfe Abwärtskrümmung der Wurzelspitze eingetreten und an der Krümmungsstelle hatten sich junge Wurzelhaare von sehr kräftigem Aussehen gebildet. In diesen trat nach dem Einbringen in 10% Zuckerlösung keine Plasmolyse ein, es entstanden vielmehr Auftreibungen an den Spitzen der Haare. In einigen Fällen platzte die Membran dieser Auftreibungen, worauf aus dem Riss kleine Plasmamengen hervortraten. Der Riss schloss sich dann aber sofort wieder und die Haare wuchsen weiter. Die Beschaffenheit des Verschlusses wurde nicht untersucht. Aehnliches ist jüngst von Palla (Beobachtungen über Zellhautbildung an des Zellkerns beraubten Protoplasten. Flora 1890 Heft 4 p. 319) an Pollenschläuchen von Hyacinthus orientalis beobachtet worden.

Zur Stütze seiner Anschauungen über das Membranwachsthum hat Wortmann Gestaltsveränderungen[1]) (Anschwellungen etc.) herbeigezogen, welche an den Wurzelhaaren auftreten können. Die betreffenden Erscheinungen fordern jedoch die Erklärung keineswegs, welche sie durch Wortmann erfahren haben. Wortmann beobachtete zunächst, als er Wurzelhaare von Lepidium, welche in feuchter Luft entstanden waren, in Rohrzuckerlösung cultivirte, das rasche Entstehen kolbiger Anschwellungen und führt dasselbe auf eine erhebliche Drucksteigerung zurück, welche »offenbar« durch Aufnahme von Zucker zu Stande kommen soll. In vielen Fällen sah W. die Haare am aufgetriebenen Scheitel platzen. In den Haaren, welche nicht platzten, war nach W. die Membranproduction ergiebig genug, um das Platzen zu verhindern. Diese Erklärungen müssen als willkürliche bezeichnet werden. Namentlich ist gar nichts darüber bekannt, ob das Platzen oder Nichtplatzen der Haare hier von einer geringeren oder grösseren Membranproduction abhängt. Es können sowohl die Membranen als auch die Zellinhalte der betreffenden Haare verschieden sein. Uebrigens können die von Wortmann geschilderten Erscheinungen auch nach dem Uebertragen von Keimlingen aus feuchter Luft in Wasser beobachtet werden. Dann erhalten viele Keimlinge an allen Wurzelhaaren die oben geschilderten Membranverdickungen, ohne dass die Gestalt der Wurzelhaare sich verändert, während an anderen Keimlingen nur ein Theil der Haare dieses Verhalten zeigt, ein anderer Theil aber Auftreibungen erhält.

Wortmann beobachtete sodann in einem bestimmten Falle die Entstehung einer Verdickung der Membran am Scheitel der Auftreibung. Die Bildung dieser Verdickung »wird möglich gemacht dadurch, dass nach dem plötzlichen Entstehen der Auftreibung der Turgordruck, wie leicht einzusehen ist, hier einige Zeit geringer wird, demzufolge während dieser

---

1) Dieselben sind auch schon von F. Schwarz l. c. beschrieben worden.

Zeit in der Zelle nur geringe oder gar keine Dehnung herrscht«. Die Berechtigung dieser Erklärung ist anzuzweifeln. Ich erwähne nur, dass die Bildung von Verdickungen auch in solchen aus feuchter Luft in Wasser übertragenen Haaren von mir beobachtet wurde, an welchen vor der Entstehung der Verdickung durch Messung keine Verlängerung erkannt werden konnte, auch wurde keine Gestaltsveränderung (Auftreibung) wahrgenommen. Es wäre hier allerdings denkbar, dass in der kurzen Zeit, welche zwischen der Uebertragung des Keimlings in Leitungswasser auf den Objectträger und der Ausführung der Messung verstrich, eine rasche Verlängerung der gemessenen Haare erfolgt wäre. Uebrigens liessen sich noch sonstige Bedenken gegen Wortmann's Erklärung anführen.

An den mit Membranverdickungen am Scheitel versehenen, aufgetriebenen Wurzelhaaren beobachtete Wortmann ferner die Bildung von Ausstülpungen und Seitenästen unterhalb der Verdickung. Es soll hier eine Steigerung des Druckes und in Folge dessen die Dehnung der nicht verdickten Membranpartieen stattgefunden haben. Die von Wortmann beschriebene Art der Verzweigung konnte auch ich nicht selten an Haaren beobachten, welche aus feuchter Luft in Leitungswasser übertragen worden waren. Vielfach fand die Astbildung jedoch nicht an den dünneren Membranstellen statt, sondern sie erfolgte unter Sprengung der Primärmembran dort, wo sich die Verdickung befand, allerdings dort, wo letztere die geringste Mächtigkeit besass. Die Entstehung von Ausstülpungen an den mit Verdickungen versehenen Haaren kann man dadurch sehr befördern, dass man die Keimlinge, nachdem die Haare im Leitungswasser Verdickungen erhalten haben, wieder in feuchter Luft weitercultivirt. Hatte man dem Leitungswasser Congoroth zugesetzt, so sind die in feuchter Luft entstandenen Seitenäste farblos und die Stellen, an welchen Sprengungen der Primärmembran stattgefunden haben, markiren sich sehr scharf (vgl. Fig. 18, 19, 20, 21 und die Erklärung). Die Erklärungen, welche Wortmann für das weitere Verhalten der Seitenäste mittheilt, müssen wiederum als willkürliche bezeichnet werden.

Durch Einbringen von Wurzelhaaren, welche sich in feuchter Luft gebildet haben, in Wasser oder in mässig verdünnte Zucker- oder Salpeter-Lösungen (es handelte sich um Haare, in denen erst durch 12 procentige Rohrzuckerlösungen Plasmolyse bewirkt wurde) wurde nach Wortmann. die Turgordehnung stark erhöht. Diejenigen Haare, welche nicht platzten, erhielten durch geförderte Dehnung Auftreibungen am Scheitel. Nach der Entstehung dieser Auftreibungen konnte sich dann der Scheitel des Haares wieder zuspitzen. In Folge der Entstehung der blasigen Auftreibung musste nach W. der Turgordruck abnehmen und bei der dadurch hervorgerufenen geringeren Dehnung wurde die weitere Auftreibung verhindert. Wahrscheinlich sank die Turgorkraft allmählich und die Haare wuchsen nach einmaliger heftiger Auftreibung unter Bildung normaler Gestalten weiter. Abgesehen davon, dass keinerlei Beobachtungen vorliegen, welche die vorstehende Erklärung Wortmann's unterstützen, ist nicht einzusehen, weshalb bei starkem Druck die Gestalt der Haarscheitel sich der Kugel mehr nähern soll als bei schwächerem. In bestimmten Fällen konnte ich bei continuirlicher Beobachtung unter Verwendung eines Ocularmikrometers feststellen, dass Wurzelhaare, welche aus feuchter Luft in Wasser übertragen worden waren, sich zunächst ohne irgendwelche Auftreibungen zu zeigen rasch nicht unbeträchtlich verlängerten, um dann zu platzen. Unmittelbar darauf trat eine Verkürzung um die während der Beobachtung erfolgte Verlängerung ein. Hier war bei einem Druck, welcher das Platzen des Haares herbeigeführt hatte, keine Spur einer Auftreibung entstanden. Ein Haar besass z. B. nach dem Einbringen in Wasser eine Länge von 15 Scalentheilen des Mikrometers. Nach 7 Minuten war eine Länge von 17 Scalentheilen erreicht, dann erfolgte Platzen und Verkürzung auf 15 Scalentheile. Der Scheitel wurde vor dem Platzen nicht aufgetrieben, sondern erfuhr im Gegentheil eine geringe Zuspitzung. Entsprechendes wurde auch in anderen Fällen beobachtet. Zwischen dem Einbringen in Wasser und dem Platzen verstrichen bis zu 14 Minuten.

Eschenhagen[1]) hat bei der Cultur von Pilzen in Lösungen verschiedener Concentration Formveränderungen der Zellen beobachtet, welche in der äusseren Erscheinung mit den soeben besprochenen Formveränderungen der Wurzelhaare von Lepidium im Wesentlichen übereinstimmen. Eschenhagen »geht jedoch über die Discussion der vorliegenden Phänomene hinweg, ohne zu berühren, ob und welche anderen Factoren als die von Wortmann angeführten in unserem speciellen Falle in Action treten«.

Ich konnte Endanschwellungen an den Wurzelhaaren von Chara verschiedentlich beobachten. Sie traten einerseits auf unter Verhältnissen, unter welchen sich an einem Theil der Wurzelhaare eines Knotens ohne gleichzeitige Gestaltsveränderung Stäbchenverdickungen (Verdickungen, welche in Form von Stäbchenschichten angelegt wurden) bildeten, andererseits an Haaren von Knoten, welche an keinem ihrer Wurzelhaare Membranverdickungen erhielten. Beispiele für das Auftreten der Anschwellungen unter verschiedenen Bedingungen mögen hier folgen:

1) An einem Knoten, der in Leitungswasser auf den Objectträger gelangte, wurde in verschiedenen Wurzelhaaren die Bildung von Stäbchenverdickungen unter den üblichen Erscheinungen beobachtet. In einem

---

[1]) Ueber den Einfluss von Lösungen verschiedener Concentration auf das Wachsthum von Schimmelpilzen. Stolp 1889. — Vergl. auch Oltmanns »Ueber die Bedeutung der Concentrationsänderungen des Meerwassers für das Leben der Algen. Sitzber. der K. preuss. Akad. d. Wiss. 19. Febr. 1891. S.-A. p. 4.

Haare bildeten jedoch die Glanzkörper andauernd eine compacte Ansammlung in einiger Entfernung von der Spitze, im Plasma liessen sich hier keine Veränderungen erkennen. Eine halbe Stunde nach dem Einbringen in Leitungswasser war noch keine Spur einer Verdickung zu erkennen, hingegen hatte sich eine Anschwellung am Scheitel des Wurzelhaares gebildet.

2) Ein mit Wurzelhaaren besetzter Knoten gelangte aus dem Culturgefäss auf 1 bis 2 Minuten in Leitungswasser und darauf in das Culturgefäss zurück. Als derselbe nach 3½ Stunden untersucht wurde, waren an einigen Wurzelhaaren Endanschwellungen, Verdickungen aber nirgends zu erkennen.

3) Nach der Uebertragung von Knoten aus einem Culturgefäss in ein anderes, gleichzeitig mit Charen besetztes wurden Endanschwellungen an einem Theil der Wurzelhaare beobachtet. Verdickungen fehlten.

Weitere Untersuchungen werden eine befriedigende Erklärung dieser Erscheinungen anzubahnen haben.

Die in den Culturgefässen sich entwickelnden Wurzelhaare von Chara wachsen senkrecht abwärts. Bringt man dieselben innerhalb der Culturgefässe in eine zur Richtung der Schwerkraft geneigte Lage, so krümmt sich die Spitze der weiterwachsenden Wurzelhaare alsbald wieder nach abwärts, ohne dass dabei Aenderungen im Durchmesser der Haare oder in der Beschaffenheit der Membranen wahr zu nehmen sind. Anders verhalten sich solche Wurzelhaare, welche nach dem Uebertragen in Leitungswasser Membranverdickungen am Scheitel erhalten haben. Werden diese in horizontale Lage gebracht, so krümmen sie sich nicht in normaler Weise abwärts.

Die von der als Stäbchenschicht angelegten Verdickung überlagerte Primärmembran[1]) wächst überhaupt nicht weiter, kann jedoch an verschiedenen Stellen gesprengt werden, worauf sich die Verdickungsschicht aus der Sprengstelle hervorwölbt. Erfolgt die Sprengung der Primärmembran rückwärts vom Scheitel, so bildet sich ein Seitenast (Fig. 22, 23, 24, 25). Ein solcher kann übrigens auch rückwärts von der dickwandigen Membranstrecke auftreten[2]).

Die Sprengung der Primärmembran und die Hervorwölbung der Verdickungsschicht können schon nach längerem Verweilen der Wurzelhaare im Leitungswasser eintreten, werden jedoch wesentlich gefördert, wenn man die mit Wurzelhaaren besetzten Knoten, nachdem die Ver-

---

1) Vergl. p. 478 hinsichtlich der Veränderungen, welche die Primärmembran nach Bildung der Verdickungsschichten erfahren kann.

2) Vergl. Entstehung und Wachsthum der Zellhaut. l. c. p. 112.

dickungen angelegt sind, in die Culturgefässe zurückbringt, welchen sie entnommen worden sind.

Eine Reihe von Versuchen wurde in der Weise angestellt, dass die Wurzelhaare im Leitungswasser und (nach der Rückübertragung) im Culturgefäss genau dieselbe (horizontale) Lage erhielten, so dass stets dieselbe Seite der Wurzelhaare die Unterseite darstellte. Dann erfolgte in einer Reihe von Fällen die Bildung des Seitenastes ausschliesslich auf der Unterseite der Wurzelhaare des Knotens, während in anderen Fällen nur ein Theil der Wurzelhaare des Knotens den Seitenast auf der Unterseite, ein anderer Theil derselben hingegen auf der Oberseite erhielt. Dabei besass entweder die grössere Zahl der Wurzelhaare Auszweigungen auf der Unterseite (ein Knoten zeigte z. B. 10 Wurzelhaare mit Seitenästen auf der Unterseite und 2 mit solchen auf der Oberseite), oder aber die Auszweigungen auf der Oberseite bildeten die Mehrzahl. Das letztgeschilderte Verhalten wurde von mir an Knoten, welche im letzten Sommer untersucht wurden, wahrgenommen, während bei früheren Untersuchungen die ausschliessliche Bildung der Seitenäste auf der Unterseite der Wurzelhaare zu Tage trat[1]. Durch welche Verhältnisse die in Rede stehenden Verschiedenheiten bedingt wurden, hat nicht ermittelt werden können.

Dort, wo sich ein Seitenast bildet, entsteht häufig eine Anschwellung, welche jedoch auch fehlen kann (Fig. 26. 25).

Nicht immer kommt es an den mit Verdickungsschichten der Membran versehenenen Wurzelhaaren bei weiterer Cultur zur Bildung von Seitenästen. Es kann die Sprengung äusserer Membranschichten vielfach genau am Scheitel der Wurzelhaare erfolgen. Bevor die Sprengung eintritt, erhält dann das Wurzelhaar eine Endanschwellung, um nach der Sprengung unter Einhaltung des früheren Durchmessers weiterzuwachsen. Liegt das Wurzelhaar horizontal oder gegen die Richtung der Schwere unter verschiedenen Winkeln geneigt, so krümmt sich der aus der Sprengstelle hervorwachsende Theil desselben abwärts (Fig. 30). Zwischen diesem Verhalten und demjenigen der Bildung eines Seitenastes finden sich alle Uebergänge. Auch kommt es vor, dass Wurzelhaare mit Seitenästen und solche mit Sprengstellen unmittelbar am Scheitel am selben Knoten anzutreffen sind. Uebergangszustände sind in den Figuren 27, 28, 29 abgebildet worden. Fig. 29 stellt ein Wurzelhaar eines Knotens dar, welcher 3½ Minuten in Leitungswasser, darauf 2 Stunden in dem Culturgefäss gelegen hatte und sodann in gesättigte Pikrinsäurelösung gebracht worden war. Die Wurzelhaare hatten im Culturgefäss eine gegen die Richtung der Schwerkraft geneigte Lage erhalten, worauf an sämmtlichen Wurzelhaaren, der Figur entsprechend, die Sprengung der äusseren Membranschicht auf der Unterseite in der Nähe des Scheitels erfolgte.

---

[1] E. Zacharias, Ueber Bildung und Wachsthum der Zellhaut bei Chara foetida. Berichte der deutsch. Botan. Gesellsch. 1890. Bd. VIII. Generalversammlungsheft.

Beschaffenheit und Entstehungsweise der Membranverdickungen bei den mit Anschwellungen am Scheitel versehenen Wurzelhaaren sind nicht näher untersucht worden [1]). Wie schon auf Seite 484 erwähnt wurde, kommen Endanschwellungen der Wurzelhaare auch ohne Membranverdickungen vor. Es kann sodann ein Weiterwachsen der betreffenden Wurzelhaare unter Einhaltung des rückwärts von der Anschwellung vorhandenen Durchmessers und ohne Sprengung äusserer Membranschichten stattfinden. Haben solche Wurzelhaare die Anschwellung erhalten, nachdem sie in horizontale Lage gebracht worden sind, so zeigt sich der Beginn der Abwärtskrümmung spitzenwärts von der Anschwellung, an dem mit normalem Durchmesser weiterwachsenden Theile. In einem Falle wurden Anschwellungen hinter der gekrümmten Strecke an einigen Wurzelhaaren eines Knotens beobachtet, welcher nach dem Herausschneiden aus dem Sprosse in dem Culturgefäss (ohne vorheriges Uebertragen in Leitungswasser) so angebracht worden war, dass die Wurzelhaare horizontal lagen. Wandverdickungen oder Sprengstellen liessen sich nicht erkennen.

Eine horizontale, oder unter verschiedenen Winkeln gegen die Richtung der Schwerkraft geneigte Lagerung der Wurzelhaare kann verändernd auf die Lage der Glanzkörper einwirken. Während diese in normal abwärts wachsenden Wurzelhaaren in einiger Entfernung vom Scheitel eine Ansammlung bilden, deren Abstand von den Seitenwandungen des Haares ringsum annähernd gleich ist, liegt in mehr oder weniger genau horizontal gelagerten Wurzelhaaren, welche im Begriff sind, sich abwärts zu krümmen, die Ansammlung der Glanzkörper in geringer Entfernung vom Scheitel des Haares, der Unterseite desselben derartig genähert, dass nur eine äusserst dünne Plasmaschicht sie von der Membran trennt (Fig. 31, 32). Bildet sich jedoch nach der Entstehung einer Verdickungsschicht ein Seitenast, so befindet sich die Ansammlung der Glanzkörper vom Beginn der Entstehung des Seitenastes an in der Spitze desselben, sowohl wenn er auf der Unterseite, als auch dann, wenn er auf der Oberseite des Wurzelhaares auftritt (Fig. 24, 29, 33, 34, 35). Die beschriebene Lagerung der Glanzkörper in Wurzelhaaren, welche in normaler Abwärtskrümmung begriffen sind, wird sofort gestört, wenn diese Wurzelhaare auf einen Objectträger in Leitungswasser gebracht werden. So konnte z. B. an zahlreichen Wurzelhaaren eines Knotens, welche in der Abwärtskrümmung begriffen waren, wenige Minuten nach dem Einbringen in Leitungswasser beobachtet werden, wie die zu einer compacten Ansammlung an der bisherigen Unterseite der Wurzelhaare vereinigten Glanzkörper sich gleichmässig im Plasma und zwar bis

---

1) Vergl. Entstehung und Wachsthum der Zellhaut. l. c. p. 114.

in die äusserste Spitze der Wurzelhaare vertheilten, worauf hier wenige Minuten später Anlagen von Verdickungsschichten der Membran sichtbar wurden. Da eine active Ortsveränderung der Glanzkörper nicht wahrscheinlich ist, so muss man auf Grund der vorstehenden (vgl. auch p. 476) Schilderungen annehmen, dass die beschriebenen Aenderungen in der Lagerung der Glanzkörper durch Veränderungen im Plasma der Wurzelhaare bedingt werden. Den Eindruck, dass die Lagenveränderungen durch Plasmabewegungen veranlasst werden, erhält man, namentlich wenn man die unregelmässigen Hin- und Herbewegungen beobachtet, unter welchen die Glanzkörper in den Scheitel der Wurzelhaare einrücken, bevor hier die Anlage einer Verdickungsschicht sichtbar wird. Die Annahme einer directen Einwirkung der Schwerkraft auf die fraglichen Ortsveränderungen der Glanzkörper wäre nur hinsichtlich der Annäherung derselben an die Unterseite des in normaler Abwärtskrümmung begriffenen Wurzelhaares möglich, indessen wird man bei gleichzeitiger Berücksichtigung der gesammten über die Ortsveränderungen der Glanzkörper mitgetheilten Beobachtungen wohl auch hier eine directe Einwirkung der Schwere nicht für wahrscheinlich halten können. —

Die Gesammtheit der bei der Entstehung der Seitenäste an den Wurzelhaaren von Chara zu Tage tretenden Erscheinungen ist nicht vereinbar mit den von Wortmann hinsichtlich des Membranwachsthums entwickelten Anschauungen.

Die Auszweigungen treten meist nicht dort auf, wo die Membran am dünnsten ist, sondern dort wo sich erhebliche Verdickungen gebildet haben. Und zwar können die Seitenäste an der abwärts gekehrten Seite horizontal gelagerter Wurzelhaare auch dann auftreten, wenn die betreffende Seite auch während der Bildung der Verdickung abwärts gekehrt war. An dieser Seite müsste sich dann aber, falls Wortmanns Ansichten über die Reizkrümmungen[1]) richtig sind, die Verdickung sogar am stärksten entwickelt haben.

Nach Wortmann sollen Auszweigungen an den dünnsten Stellen der Membran, durch Turgordehnung gebildet werden, das Plasma soll auf die Dehnbarkeit der Membran nur in so weit einwirken, als »die die

---

1) Zur Kenntniss der Reizbewegungen. Bot. Ztg. 1887. Werden an feuchter Luft erzogene Keimlinge von Lepidium in Leitungswasser gebracht, und erhalten dieselben hier eine derartige Lage, dass die Wurzelspitze aufwärts gerichtet ist, so treten in der Folge neue Wurzelhaare an der sich abwärts krümmenden Wurzel innerhalb der gekrümmten Strecke zunächst namentlich an der concaven, abwärts gekehrten Seite derselben auf. An der convexen Seite wurden an den untersuchten Keimlingen entweder garkeine oder sehr viel weniger und kürzere Haare gefunden als auf der concaven (Fig. 5, 40, 41). Hier zeigen also bestimmte Zellwände an der concaven Seite des gekrümmten Organes ein stark bevorzugtes Flächenwachsthum (vergl. hingegen Wortmann l. c.).

Grösse der Dehnbarkeit bestimmende Membranproduction eine Thätigkeit des lebenden Plasma's ist«[1]). Mit Recht haben dem gegenüber Noll[2]), Askenasy (l. c.) und Godlewski (l. c.) betont, dass noch ein anderweitiger Einfluss des Protoplasma auf die wachsende Membran angenommen werden müsse. Dafür sprechen auch die von mir mitgetheilten Beobachtungen an Wurzelhaaren von Chara. Neuerdings hat Zimmermann (l. c. p. 177) die Intussusceptionstheorie in der von Sachs vertretenen Form nach eingehender Berücksichtigung des durch die neueren Untersuchungen beigebrachten Materiales (es wird auf die Arbeiten von Krabbe, Correns u. a. hingewiesen) für diejenige Anschauung über das Flächenwachsthum der Zellmembran erklärt, welche am besten allen beobachteten Erscheinungen gerecht wird. Einige Beobachtungen, welche ich an den Wurzelhaaren von Lepidium anstellen konnte, würden sich als weitere Stütze der Intussusceptionstheorie verwerthen lassen.

Belässt man in feuchter Luft erzogene Keimlinge 15 bis 30 Minuten in einer Lösung von Congoroth in Leitungswasser und cultivirt die Keimlinge darauf in feuchter Luft weiter, so erfolgt bei manchen Keimlingen ein Weiterwachsen der Wurzelhaare ohne dass es dabei zu Sprengungen äusserer Membranschichten kommt. Die neu hinzuwachsenden Theile der Membran erscheinen dann farblos. Nirgends lässt sich aber eine scharfe Abgrenzung des farblosen Theiles der Membran gegen den gefärbten erkennen, es zeigt sich vielmehr ein ganz allmählicher Uebergang (Fig. 36, 37, 38, 39. Vergl. die Figurenerklärung), durchaus entsprechend dem Verhalten, welches Noll[3]) von einer gefärbten, und darauf durch Intussusception wachsenden Membran verlangt. »Findet nämlich (sagt Noll) das Wachsthum einer gefärbten Membran durch Intussusception statt, so muss dieselbe in ihrem ganzen Umfange gefärbt bleiben; der Farbenton wird mit der Verdickung oder der Verlängerung nur blassser werden müssen, und zwar um so mehr an den Stellen, wo das stärkste Wachsthum sich einstellt. Ein Wachsthum durch Apposition muss sich ebenso unverkennbar durch Auflagerung völlig ungefärbter Schichten auf die gefärbten zu erkennen geben.«

Congoroth wurde schon von Noll versuchsweise bei seinen Untersuchungen über das Membranwachsthum von Caulerpa verwendet, jedoch als nicht brauchbar befunden, da sich die Pflanzen rasch wieder entfärbten. Diesem Uebelstand konnte ich an meinen Objecten dadurch begegnen, dass ich sie der Einwirkung des Lichtes entzog.

---

[1] Ueber die Beziehungen der Reizbewegungen wachsender Organe zu den normalen Wachsthumserscheinungen. Bot. Ztg. 1889.

[2] Beitrag zur Kenntniss der physikalischen Vorgänge, welche den Reizkrümmungen zu Grunde liegen. (Arbeiten des Botan. Inst. in Würzburg. III.)

[3] Experimentelle Untersuchungen über das Wachsthum der Zellmembran. p. 109.

Es mag hier übrigens hervorgehoben werden, dass nach Noll's eigenem Ausspruch seine an Algen erhaltenen Resultate bezüglich des Membranwachsthums durch Apposition »nicht im geringsten zu einer Verallgemeinerung berechtigen«.

Ich halte es für wahrscheinlich, dass unter normalen Verhältnissen den Wurzelhaaren ein durch Intussusception vermitteltes Spitzenwachszukommt. In Folge einer Aenderung der Lebensbedingungen kann das Wachsthum der vorhandenen Membran aufhören, die Bildung vom Cellulose von Seiten des Protoplasma aber andauern. Es entsteht dann innerhalb der nicht mehr wachsenden Membran eine neue Membranschicht. Schon Klebs[1]) hat darauf hingewiesen, dass kleine Abweichungen und Veränderungen der äusseren Bedingungen den Stillstand des Wachsthums herbeiführen können. In welcher Weise aber diese Veränderungen die bei Wurzelhaaren beobachteten Erscheinungen herbeiführen, lässt sich auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht entscheiden. — In Betreff der normalen geotropischen Krümmungen hat Haberlandt[2]) nachgewiesen, dass die Wurzelhaare von Lunularia, bei welchen nur der calottenförmige Scheitel Längenwachsthum zeigt, ihre Abwärtskrümmungen in der Weise ausführen, »dass die fortwachsende Spitze unter dem Einfluss der Schwerkraft ihre Wachsthumsrichtung ändert«. »Die sich abwärts krümmende Partie des Rhizoids gehört stets dem durch sein Spitzenwachsthum neu hinzukommenden Theile desselben an«. Ich möchte auf Grund der Erfahrungen an Wurzelhaaren von Chara, wie schon erwähnt, vermuthen, dass auch diesen streng localisirtes Spitzenwachsthum zukommt, und halte es für möglich, dass die normalen Abwärtskrümmungen durch eine Förderung des Flächenwachsthums der abwärts gekehrten Seite des Wurzelhaar-Scheitels bewirkt werden. Hört das Wachsthum der am Scheitel vorhandenen Membran überhaupt auf, wie solches geschieht, wenn die Verdickungen nach der Uebertragung der Wurzelhaare in Leitungswasser angelegt werden, so bleibt auch die Krümmung aus. Diese wird erst ausgeführt von den Ausstülpungen, welche die Verdickungsschicht nach Sprengung der Primärmembran bildet. Die Entstehung dieser Ausstülpungen wird eingeleitet durch intensives Flächenwachsthum bestimmter Stellen der Verdickungsschicht. Möglicher Weise könnte das beobachtete Hinwandern der Glanzkörper an diese Stellen in irgendwelcher Beziehung stehen zu Veränderungen im Plasma, welche für das Flächenwachsthum der betreffenden Membranstellen von Bedeutung sind. Auch bei der Lagenänderung, welche die Glanzkörper zu Beginn der normalen Abwärtskrümmung erfahren, könnten möglicherweise derartige Beziehungen obwalten.

---

1) Ueber die Vermehrung von Hydrodictyon utriculatum. Flora 1890. Hft. 5. p. 400.

2) Ueber das Längenwachsthum und den Geotropismus der Rhizoiden von Marchantia und Lunularia. Oesterreichische botan. Zeitschr. Jahrg. 1889. Nr. 3.

Figuren-Erklärung.

Die Figuren 5, 16, 24, 40, 41 sind Skizzen aus freier Hand. Die übrigen wurden unter Benutzung des Zeichenapparates nach Abbé entworfen, Fig. 30 mit Objectiv I; Fig. 11, 12, 26—29, 32—35 mit Objectiv III; Fig. 1, 3, 4, 10, 15, 22, 23, 25, 31, 39 mit Objectiv V; Fig. 2, 6—9, 13, 14, 17—21, 36—38 mit Objectiv $^1/_{18}$ (homogene Immersion); sämmtliche Figuren mit Ocular I von Seibert.

Fig. 1—4. Wurzelhaare von Lepidium sativum. Lebend. Siehe den Text.

Fig. 5. Wurzel eines Keimlings von Lepidium sativum. Lebend.

Fig. 6. Wurzelhaar von Lepidium. Membran durch Congoroth gefärbt, Plasma durch Zuckerlösung stark contrahirt.

Fig. 7. Wurzelhaar von Lepidium mit Congoroth gefärbt. Lebend.

Fig. 8. Wurzelhaare von Lepidium nach der Behandlung mit stark verdünnter Schwefelsaure.

Fig. 9. Wurzelhaar von Lepidium mit Chlorzinkjod behandelt.

Fig. 10. Wurzelhaar von Chara foetida nach der Fixirung durch Osmiumsäure.

Fig. 11. Wurzelhaar von Chara. Am Scheitel nach dem Eintragen in Pikrinsäure geplatzt.

Fig. 12, 13. Protoplasmatischer Inhalt der Spitzen nach dem Eintragen in Pikrinsäure geplatzter Wurzelhaare von Chara.

Fig. 14. Theil des protoplasmatischen Wandbelegs eines nach dem Eintragen in Pikrinsäure geplatzten Wurzelhaares von Chara.

Fig. 15. Wurzelhaar von Chara nach der Fixirung durch Pikrinsäure.

Fig. 16, 17. Wurzelhaare von Chara. Mit Chlorzinkjod behandelt.

Fig. 18—21. Wurzelhaare von Lepidium sativ.

Fig. 18. Wurzelhaar eines in feuchter Luft erzogenen Keimlings, welcher auf 25 Min. in Congoroth-Wasser gebracht, und darauf 10½ Stunden in feuchter Luft weiter cultivirt worden war. Lebend. Membran von der Spitze bis *rr* farblos, übrigens roth gefärbt mit Ausnahme des inneren Theiles der Verdickung bei *f*, der im optischen Durchschnitt farblos erscheint.

Fig. 19. Wurzelhaar eines in feuchter Luft erzogenen Keimlings, der nach der Uebertragung in Congoroth-Wasser in feuchter Luft weiter cultivirt worden war. Lebend. Membran von der Spitze bis *rr* farblos, übrigens roth. Der rothe ist gegen den farblosen Theil der Membran nicht scharf abgegrenzt. Die Schicht bei *b* erscheint heller als die äusseren Schichten der Membran. Möglicherweise sind nur die letzteren gefärbt.

Fig. 20. Wurzelhaar eines in feuchter Luft erzogenen Keimlings, der 5 Stunden in Leitungswasser und darauf 20 Stunden in feuchter Luft zugebracht hatte, nach der Behandlung mit Chlorzinkjod Membranen blau, mit Ausnahme der Verdickungen, welche nach Aussen hin einen allmählichen Uebergang des Farbentones von blau in braun zeigen.

Fig. 21. Wurzelhaar eines in feuchter Luft erzogenen Keimlings, der nach kurzem Eintauchen in Wasser 2 Stunden in feuchter Luft verweilt hatte, nach Behandlung mit Chlorzinkjod.

Die Fig. 18—20 lassen Sprengungen äusserer Membranschichten erkennen, Fig. 12 jedoch nicht. Vergl. den Text.

Fig. 22—35. Wurzelhaare von Chara.

Fig. 22. Wurzelhaar eines Knotens, welcher auf eine halbe Stunde in Leitungswasser, darauf für die Dauer von 20 Stunden in die Cultur zurück gelangte. Im

Leitungswasser lagen die Wurzelhaare schräg aufwärts, in der Cultur horizontal. Chlorzinkjod. Die Primärmembran ist heller, die Verdickung dunkler blau gefärbt. Am Scheitel und bei *b* finden sich braune, granulirte Massen, welche in ihrem Aussehen durchaus mit dem Protoplasma des Wurzelhaares übereinstimmen.

Fig. 23. Wurzelhaar eines Knotens, welcher etwa 40 Minuten in Congoroth-Wasser und darauf mehrere Tage unter Ausschluss des Lichtes in reinem Leitungswasser auf einem Objectträger verweilt hat. Die Ursache des Fehlens der rothen Färbung am Scheitel ist nicht ermittelt worden.

Fig. 24. Wurzelhaar eines Knotens, welcher 20 Minuten in Leitungswasser und darauf 16 Stunden im Culturgefäss gelegen hat, nach Fixirung in gesättigter Pikrinsäurelösung. *p* Umriss des contrahirten protoplasmatischen Inhaltes. Die Wurzelhaare lagen im Leitungswasser und im Culturgefäss horizontal, stets mit derselben Seite nach abwärts. Seitenäste bildeten sich nur auf der Unterseite.

Fig. 25. Wurzelhaar eines Knotens, welcher 10 Tage lang auf einem Objectträger in Leitungswasser cultivirt worden ist. Chlorzinkjod. Primärmembran vom Scheitel des Haares bis *br br* braun, im übrigen blau gefärbt. Bei *k* braune körnige Massen. Verdickungsschicht am Scheitel von der Primärmembran abgehoben, blau gefärbt, von gequollenem Aussehen.

Fig. 26, 27. Wurzelhaare eines Knotens, welcher nach einem Aufenthalt in Leitungswasser von 20 Minuten in das Culturgefäss zurückgebracht wurde. Lebend.

Fig. 28. Wurzelhaare eines Knotens, welcher nach kurzem Verweilen in Leitungswasser in das Culturgefäss zurückgebracht wurde. Lebend.

Fig. 29. Siehe den Text.

Fig. 30. Wurzelhaar eines Knotens, welcher 20 Minuten in Leitungswasser, darauf 20 Stunden im Culturgefäss gelegen hat. Lebend.

Fig. 31. Wurzelhaar ³/₄ Stunden nachdem dasselbe innerhalb des Culturgefässes in eine schräg aufrechte Lage gebracht worden war, im Beginn der Abwärtskrümmung, in Pikrinsäure fixirt.

Fig. 32. Wurzelhaare 4 Stunden nachdem sie innerhalb des Culturgefässes in eine schräg aufrechte Lage gebracht worden waren. In Pikrinsäure fixirt. Bei *g* die Ansammlung der Glanzkörper. Plasma nur stellenweise von der Wand zurückgezogen.

Fig. 33. Dasselbe Wurzelhaar wie das in Fig. 25 dargestellte. Lebend.

Fig. 34, 35. Wurzelhaare, welche demselben Knoten, wie das in Fig. 24 dargestellte, angehören.

Fig. 36—39. Wurzelhaare von Lepidium. Lebend. In feuchter Luft erzogene Keimlinge wurden in Congoroth-Wasser übertragen und darauf in feuchter Luft weiter cultivirt.

Fig. 36. 30 Minuten Congoroth-Wasser, 6 Stunden feuchte Luft. Der innerste Theil der Verdickung zeigt eine hellere Färbung als die äusseren Theile derselben, ist aber nicht farblos.

Fig. 37. Etwa 15 Minuten Congoroth, 5 Stunden feuchte Luft. Ansicht von der Fläche. Bei *a* erscheint die Membran durchaus nicht dünner als bei *b*.

Fig. 38. 15 Minuten Congoroth-Wasser, 3 Stunden feuchte Luft.

Fig. 39. ¹/₂ Stunde Congoroth, 24 Stunden feuchte Luft. Ansicht von der Fläche. Bei *f, f* Färbung am intensivsten, bei *h* heller, bei *w* farblos.

Fig. 40, 41. Wurzeln von Lepidium-Keimlingen. Siehe den Text.

Arbeiten aus dem botanischen Institut zu Marburg.

H. Ronte: Beiträge zur Kenntniss der Blüthengestaltung einiger Tropenpflanzen.

(Hierzu Tafel XVIII u. XIX).

Der gewöhnliche Typus der monocotylen Blüthe zeigt fünf mit einander alternirende, dreigliedrige Kreise, nämlich ein äusseres und inneres Perigon, einen äusseren und inneren Staubblattwirtel und einen Carpellkreis. Es sind verhältnissmässig nur wenige Familien, welche von diesem Typus abweichen. Solche Abweichungen finden statt theils durch Fehlschlagen einzelner Glieder, theils durch Vermehrung innerhalb einzelner Kreise, namentlich in den Staminalkreisen. Im Folgenden sollen nun die Resultate von Untersuchungen mitgetheilt werden, welche den Zweck hatten, die Entwicklungsgeschichte einiger solcher abweichender Blüthenbildungen festzustellen, und zwar einiger tropischer Pflanzen, deren Blüthengestaltung noch nicht, oder wenigstens nicht genügend gedeutet ist. Das mir zur Verfügung gestandene Untersuchungsmaterial verdanke ich der Güte des Herrn Professor Goebel, welcher dieses zum grössten Theil auf einer Forschungsreise auf *Java* im Jahre 1885 sammelte.

I. Cyclantheae.

Ueber die Familie der *Cyclantheen* liegen in der Litteratur verhältnissmässig nur wenige bedeutungsvolle Angaben vor. Die neueste diesbezügliche Arbeit ist die von Drude in Engler-Prantl's »Natürliche Pflanzenfamilien« aus dem Jahre 1889 [1]. Hier giebt dieser Autor auch eine Zusammenstellung der Litteratur über unsre Familie. An dieser Stelle näher auf alle die älteren, nur wenig wichtigen Angaben einzugehen, hat für unsre Untersuchung keinen Werth. Erwähnt seien die auch ältere Ansichten einschliessenden Mittheilungen aus dem Werke von Le Maout et Decaisne, wo es bei der Schilderung der *Cyclantheen* heisst: »Spadice monoïque cylindrique. — Fleurs denses convrant le spadice; les ♂ groupeés en 4 phalanges accompagnantles ♀ (Carludovica). — Fleurs ♂: Périanthe multifide, à lobes très courts, irrégulièrement bi-sériés, imbriqués dans la préfloraison (Carludovica). Étamines groupées en 4 phalanges opposées aux lobes du périanthe ♀ [2]. Drude giebt in einer früheren

---

[1] II. Theil, 3. Abth. S. 96. *Cyclantheae.*

[2] Le Maout et Decaisne, Traité général de Botanique 2. Ausg. 1876. p. 636.

Abhandlung »Ueber den Bau und die systematische Stellung der Gattung *Carludovica*« folgende Charakteristik: »Die Kolben der *Carludovica* sind ohne Unterbrechung mit deckblattlosen Blüthen bedeckt, die sich durch die dichte Anhäufung fest aneinander pressen. Die männlichen Blüthen stehen zu vier beisammen; die weiblichen stehen einzeln zwischen vier Haufen von je vier männlichen Blüthen« [1]). Was nun die verschiedenen Erklärungsversuche betrifft, so stimmen alle darin überein, dass die Blüthen der *Carludovica* eingeschlechtig seien, und männliche und weibliche Blüthen in bestimmter Anordnung den Blüthenkolben bedecken sollen. Die männlichen Blüthen werden Phalangen genannt. Verschiedene Ansichten sind dagegen über die »männlichen Blüthen« aufgestellt worden. Früher nahm man an, wie es also auch noch in dem Werke von Le Maout et Decaisne a. a. O. der Fall ist, dass je 4 »Phalangen«, welche fast regelmässig in einer Vierergruppe zusammenstehen, eine einzelne männliche Blüthe darstellen, dessen Fruchtknotenrudiment spurlos verschwunden. Gegen diese Auffassung tritt Drude auf und kommt nach seinen Untersuchungen zu dem Schluss, dass jede Phalange für sich eine männliche Blüthe bilde.

Alle diese Deutungen stützen sich nur auf die Untersuchung fertiger Blüthenstände; entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen scheinen gar keine vorzuliegen, was bei der Seltenheit geeigneten Materials leicht erklärlich ist. Die folgenden Untersuchungen mögen dazu beitragen, diese Lücke auszufüllen.

Es wurden entwicklungsgeschichtlich untersucht die *Cyclantheen Carludovica latifolia* und *C. Moritziana*, und vergleichsweise fertige Blüthenstände von *Sarcinanthus utilis*. Untersuchungsmaterial für die erstere hatte Herr Professor Goebel s. Z. auf Java aufgenommen, für die beiden letzteren wurde solches im hiesigen botanischen Garten gesammelt.

Bei der Durchmusterung des Alkoholmaterials von *Carludovica latifolia* fand ich als jüngsten Blüthenkolben den in Fig. 1 wiedergegebenen. Dieser ist vollständig ausreichend, um Aufschluss auch über die jüngsten Entwicklungsstadien der Blüthe und somit über die gesammte Blüthengestaltung zu geben. Der Blüthenkolben ist kaum $^1/_2$ cm lang und schon vollständig mit Blüthenanlagen besetzt. Die Entwicklung der Blüthen schreitet vom Grunde nach dem Scheitel des Kolbens hin fort, wenigstens ist dies aus den verschiedenen Entwicklungsgraden der Blüthenanlage zu schliessen. An dem oberen Ende des Blüthenkolbens sieht man die jüngsten Blüthenanlagen als einfache, rundliche, ziemlich flache Höcker erscheinen, zwischen denen noch grössere oder kleinere Zwischenräume vorhanden sind. In *Fig.* 2 ist auf einem Längsschnitt durch den oberen Theil eines sehr jungen Blüthenkolbens von *Carludovica Moritziana* bei a ein solcher Höcker getroffen. Die rundliche Gestalt der Höcker ist nur bei dem ersten

---

1) Botan. Ztg. 1877, p. 591.

Auftreten derselben deutlich, da sie bald, und zwar zuerst seitlich an zwei gegenüberliegenden Stellen stärker hervorwachsen und hier die Anlage der ersten Organe zeigen. In Fig. 3 ist eine solche Blüthenknospe abgebildet, ph_1 ph_1 sind die seitlichen Neubildungen. Hierauf wölbt sich in kurzer, aber doch festzustellender Zwischenzeit, die junge Blüthenanlage in derselben Weise auch nach oben und unten durch stärkeres Wachsthum hervor, sodass sie in diesem Stadium ungefähr die Form eines stumpfen, vierstrahlichen Sternes annimmt, wie es auf dem abgebildeten Blüthenkolben bei *a* und *b* der Fall ist. Die Oberfläche der Blüthenanlage ist bis jetzt noch vollständig eben, ein Längsschnitt in Fig. 2, *b* lässt dieses erkennen. Nun treten zunächst wiederum die seitlich, links und rechts, entstandenen Organe deutlicher gegen das Centrum der Blüthenanlage hervor, indem vor ihnen schwache Längswülste sich bilden. Vor den oberen und unteren Organen ist noch keine Veränderung zu sehen. Es tritt aber nach kurzer Zeit auch hier die gleiche Differenzirung auf. Die Längswülste setzen sich nach aussen, also nach den Seitenorganen hin ziemlich scharf ab, während sie nach der Mitte der Blüthenanlage ausgreifen und allmählich verlaufen, was Längsschnitte durch derartig entwickelte Blüthenanlagen, wie sie in Fig. 2 (*c*) und Fig. 4 (*a*) abgebildet, veranschaulichen. Die Längswülste nähern sich bei weiterer Entwicklung einander mit ihren seitlichen Spitzen und verwachsen; auf diese Weise bildet sich in gewissen Entwicklungsstadien ein fast gleichmässiger Ringwulst um das Centrum der Blüthe. Dieses ist besonders deutlich bei Blüthenknospen von *Carl. Moritziana*, während die Wülste von *Carl. latifolia* schärfer getrennt bleiben. Nach dem Inneren der Blüthenanlage treten nun bei der Weiterentwicklung noch fernere Anlagen auf, und zwar je ein flacher Höcker, welcher vor jedem dieser Längswülste entsteht. Anfangs hielt ich diese Höckerbildung für eine selbstständige Neubildung. Bei genauerer Untersuchung kam ich jedoch zu der Ueberzeugung, dass man hier eine Spaltung der oben erwähnten Längswülste annehmen muss. Diese verlaufen nämlich allmählich nach dem Inneren der Blüthenanlage und nehmen das grösste Areal desselben ein. Auf einem Längsschnitt ist dies deutlich; Fig. 4 zeigt uns einen solchen durch eine junge Blüthenknospe von *Carl. Moritziana*, er ist quer durch den Blüthenkolben gelegt; hier sehen wir, dass die Wülste w w bis in das Centrum der Blüthenanlage sich erstrecken. Die Höcker entstehen also nicht vor, sondern auf der nach Innen hin verlaufenden Abflachung der Wülste. Die Figuren 5, 6, 7, 8 sind Längsschnitte durch verschiedene aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien von Blüthen und lassen bei *st st* die Entstehung und Weiterentwicklung der in Rede stehenden Höcker deutlich erkennen. Die secundären Höcker zeigen nun ein sehr intensives Wachsthum und überragen bald den oberen Rand der anfänglichen Wülste (Fig. 7 *st*). Der nach aussen gelegene Theil des Primordialwulstes, in den Fig. 5, 6, 7, 8 mit *p* bezeichnet, tritt in seiner Weiterentwicklung sehr zurück gegen die inneren Theile *st st*. In Fig. 7 schon, bes. aber in Fig. 8, haben wir Entwicklungsstufen, in denen *p p* nur noch als basale Auswüchse von *st st* erscheinen. Dieses Verhältniss von *p* zu *st* tritt uns auch sehr deutlich entgegen in Figur 10, in welcher ein Längsschnitt durch eine fertige Blüthenanlage abgebildet; hier sehen wir auch, dass ein Hauptgefässbündel sich erst wenig unterhalb der beiden Organe verzweigt und dieselben mit Gefässen versieht, was auch als Anhaltspunkt für die Annahme der oben erwähnten Spaltung dienen kann, allerdings nicht als wesentlicher. Die Gesammtheit der bis dahin besprochenen Organe einer Blüthenanlage zeigt eine Oberansicht, wie sie in Fig. 9 wiedergegeben; es ist eine jüngere Blüthenknospe von *Carl. Moritziana*. Hier sehen wir in ph_1 und ph_2 die zuerst entstandenen Organanlagen, welche noch durch Gewebepartieen bei *a* mit einander in Verbindung stehen; *p p* sind die äusseren, *st st* die inneren durch Spaltung entstandenen Theile der primitiven Längswülste. Das Centrum der Blüthenanlage zeigt eine muldenartige Vertiefung, welche ihren Anfang schon bei dem ersten Auftreten der Längswülste *w* in Fig. 4 bei *a* nimmt. Diese Vertiefung dringt weiter in das Gewebe der Blüthenachse und auch des Blüthenkolbens vor und bildet so eine becherartige Aushöhlung für die Anlage des Gynäceums, wie es bei der Bildung eines gewöhnlichen unterständigen Fruchtknotens der Fall ist. Die allmähliche Ausbildung dieser becherartigen Vertiefung in der Blüthen- bezw. Kolbenachse ist auf den Längsschnitten in den Figuren 6, 7, 8 u. 11 zu verfolgen. Das Gynäceum tritt zunächst als zusammenhängender Wulst im Grunde dieser Aushöhlung auf, der sich vor den oben erwähnten Anlagen *st st* herzieht und mit diesen alternirend sich schleifenartig zwischen dieselbe in die Ecken der mehr oder weniger viereckig geformten Aushöhlung hineinlegt. In seiner ersten Anlage sehen wir den Fruchtknotenwulst bei *g* in Fig. 7 durchschnitten, in Fig. 8 ist er schon bedeutend weiter entwickelt, während in Fig. 11 das schon vollständig entwickelte Gynäceum getroffen. Eine Oberansicht eines jüngeren Entwicklungsstadiums des Gynäceums, etwa wie es in Fig. 8 auf einem Längschnitt abgebildet, giebt uns Fig. 10; hier ist also der schleifenartige Verlauf der Fruchtknotenanlage (*g*) deutlich; in den Ecken dieser Anlagen bilden sich säulenartige Placenten, an denen die Samenknospen sich von unten nach oben entwickeln.

Wenn wir nunmehr diese Befunde mit den Angaben früherer Autoren vergleichen, so finden wir, dass die von diesen erwähnten »Phalangen« (»männliche Blüthen«) unsre erst entstandenen Organe ph_1, ph_2 (Fig. 9) sind; das »Perigon« und die Staminodien der »weiblichen Blüthe« derselben haben sich aus dem anfangs einheitlichen Längswulste entwickelt, und zwar durch Spaltung in die Theile *p p* und *st st*. Nach den oben entwicklungsgeschichtlich festgestellten Thatsachen haben wir aber gesehen, dass je vier Phalangen mit den von ihnen eingeschlossenen weiteren Organen aus einem anfangs einfachen, rundlichen Höcker entstehen und somit als ein einheitliches Ganze aufgefasst werden müssen; hierzu möge Fig. 1 als Erläuterung dienen. Auch auf dem Längsschnitt in Fig. 2 treten die Grenzen zwischen den einzelnen Blüthenanlagen scharf hervor. Durch die regelmässige Anordnung solcher zusammengedrängter Blüthenanlagen auf dem Kolben kommen nun meist Gruppen von je vier dicht zusammenstehenden Phalangen zustande. Früher nahm man also an, dass eine solche »Vierergruppe« eine einzige männliche Blüthe mit spurlos verschwundenem Gynäceum bilde, wie es nach der obigen Erwähnung auch noch in dem Werke von Le Maout et Decaisne der Fall ist. Wenn schon nach der Darlegung der obigen Entwicklungsgeschichte diese Auffassung durchaus unhaltbar geworden, so zeigen auch jüngere Blüthenkolben, dass solche Vierergruppen keineswegs immer regelmässig sich bilden, sondern lediglich von der Anordnung und dem gegenseitigen Druck der Blüthenanlagen abhängig sind; so ist z. B. in Fig. 1 bei u eine regelmässige Vierergruppe nicht zustande gekommen. Aber auch eine ganz äussere Untersuchung fertiger Blüthenstände hätte genügt, um die erwähnte Ansicht als unrichtig zu erweisen, nämlich eine Betrachtung der Abschlussfigur des Blüthenkolbens nach unten, die auch besonders deutlich an dem abgebildeten Kolben zu verfolgen ist. Wenn je vier Phalangen eine einzige männliche Blüthe bildeten, so müsste man doch am unteren Rande des Blüthenkolbens »weibliche Blüthen« oder solche Vierergruppen finden, dieses ist nun nicht der Fall; vielmehr sehen wir, dass dort je eine Phalange mit je drei einander nahestehenden abwechselt, wie es die Anordnung der Blüthenanlagen mit sich bringt. Andre Anhaltspunkte, um Klarheit über die Inflorescenz auch an fertigen Blüthen zu bekommen, dürfte der Verlauf der Gefässbündel geben. Ein günstiger, etwas dicker, medianer Längsschnitt durch eine ältere Blüthe, wie ihn Figur 11 wiedergiebt, zeigt uns denselben. Auf dem vorliegenden Schnitt sind ph_o ph_u die Phalangen, welche unterhalb und oberhalb (Pfeilstrich giebt die Richtung des Verlaufes des Kolbens nach oben) der »weiblichen Blüthe« g stehen, ph_1 ist die der oberen Phalange benachbarte; p p bilden das »Perigon« und st st die Staminodien der »weiblichen Blüthe«. Wir sehen nun, dass die Gefässbündel der beiden Phalangen ph ph von einem Hauptgefässbündel ausgehen, welches unterhalb der »weiblichen Blüthe« im Kolben senkrecht nach unten verläuft. Die Gefässbündel der benachbarten oberen Phalangen ph_o und ph_1, welche also zu derselben Vierergruppe (»männliche Blüthe«) gehören, divergiren in ihren unteren Theilen, was der obigen Auffassung nach wohl kaum der Fall sein dürfte. Ferner sind die Zellen einer sich unterhalb der ganzen Blüthenanlage herziehenden Gewebezone derartig angeordnet und gestreckt, dass man das Bild einer nestartigen Vertiefung (in der Fig. 11 durch Strichelung angedeutet) in den Blüthenkolben bekommt, in deren Mitte die »weibliche Blüthe« und auf deren oberem Rande die Phalangen $ph_o\,ph_u$ stehen. Hierdurch gewinnt man auch schon den Eindruck der Zusammengehörigkeit der beiden Phalangen *ph ph* zu der »weiblichen Blüthe« *g*.

Nach diesen Erörterungen an fertigen Blüthen, besonders aber durch die oben festgestellte Entwicklungsgeschichte dürfte die Frage nach der Zusammengehörigkeit einer solchen Vierergruppe von Phalangen als erledigt betrachtet werden können.

Drude macht gegen die frühere Erklärung einer Vierergruppe von Phalangen als einer einzelnen männlichen Blüthe andre Gründe geltend. Er sagt nämlich diesbezüglich: »Es ist früher mehrfach die Gruppe von vier Blüthen als Einzelblüthe aufgefasst, und die Einzelblüthe als ebenso viele Bündel (Phalangen) von Staubgefässen; diese auch noch in dem Werke von Maout et Decaisne stehende Auffassung scheint wegen der Blüthenhüllbildungen an jeder Einzelblüthe unmöglich, oder es gäbe gar keine Blüthenhülle an der männlichen Blüthe«[1]. Nach seiner Ansicht ist jede Phalange für sich eine männliche Blüthe mit spurlos verkümmertem Gynäceum. Oben haben wir nun festgestellt, dass je vier Phalangen mit der zwischen ihnen liegenden »weiblichen Blüthe« zu einem einheitlichen Ganzen zusammengehören; man könnte hiernach vielleicht noch zu der Auffassung kommen, dass dieses Ganze eine Inflorescenz von je einer »weiblichen Blüthe« mit je vier einschliessenden männlichen Blüthen sei. Es käme also schliesslich noch darauf an, zu untersuchen, ob die Phalangen überhaupt männliche Blüthen sind, oder nur Bündel von Staubgefässen.

Wir haben gesehen, wie sich an dem ursprünglich rundlichen Höcker einer Blüthenanlage zunächst links und rechts, dann oben und unten Organe bildeten, welche den »Phalangen« früherer Autoren gleich sind. Die Oberfläche dieser Phalangen verläuft zunächst gleichmässig eben mit der Mitte der Blüthenanlagen (Fig. 2, *b*) und wölbt sich allmählich polsterartig empor, was auf den Längsschnitten in den Figuren 5, 6, 7 (*ph ph*) zu verfolgen ist. Die Gestalt dieser Gewebepolster ist anfangs mehr oder weniger halbmondförmig; sie wird späterhin bedingt durch den gegenseitigen Druck und erscheint mehr dreikantig, sodass jede Phalange mit einer Breitseite nach dem Innern der Blüthenanlage hin liegt und sich keilförmig zwischen die benachbarten Phalangen presst. Als erste Differenzirungen an den Phalangen treten ringsherum kleinere oder grössere Höcker auf, welche eine regelmässige Reihenfolge der Entstehung nicht erkennen lassen. Auch sind dieselben nicht immer in derselben Höhe inserirt. So zeigt z. B. Figur 12 eine junge Phalange in der Oberansicht ringsum begrenzt von solchen Höckeranlagen. Die nach unten zeigende

---

[1] Engler-Prantl, Natürl. Pflzfam. l. c.

Seite liegt nach dem Inneren der Blütenanlage. Auf dieser Seite stehen die Höcker z_2 höher als die beiden seitlichen z_1. Die Höcker verbreitern sich etwas blattartig, aber meist nur die auf der freieren, nach dem Blüthencentrum hin gelegenen Seite der Phalangen, während dieselben auf den andren Seiten verkümmern. Diese Verkümmerung wird wahrscheinlich bedingt durch den gegenseitigen Druck der Phalangen, da die den Blüthenkolben nach unten abgrenzenden Phalangen auch im fertigen Zustand meist ringsherum mit solchen blattartigen Zähnchen besetzt sind; auch finden sich gelegentlich an andren Stellen des Kolbens Phalangen fast allseitig von solchen Gebilden begrenzt. Was nun die Entstehung der Stamina auf den Phalangen betrifft, so kann eine bestimmte Anordnung derselben nach Wirteln oder Kreisen nicht konstatirt werden; sie treten als kleine runde Höcker zunächst am äusseren Rande der Phalangen auf theils vor den erst entstandenen Zähnchen, theils mit denselben alternirend. Die Entstehungsfolge schreitet nun von aussen nach dem Inneren der Phalangen hin fort, bis dieselben vollständig mit Staubgefässanlagen besetzt sind. Von der Anlage eines Gynäceums auf denselben ist keine Spur vorhanden. In Figur 7 ist uns ein Längsschnitt durch eine jüngere Blüthenanlage gegeben; *ph ph* sind die Phalangen mit den Anlagen der Blattzähnchen z und der ersten Staubgefässe *stb*; die Mitten der Phalangen sind noch vollständig eben und undifferenzirt. Eine einzelne, weiter ausgebildete Phalange sehen wir in Figur 13; dieselbe ist schon ganz mit Staubgefässanlagen besetzt, welche hier noch eine Grössenabnahme von aussen nach innen zeigen. Auf der mit i bezeichneten, nach dem Inneren der Blüthe liegenden Seite sind die blattartigen Schuppen ziemlich stark entwickelt, während dieselben auf der vorn und rechts befindlichen Seite schon bedeutend im Wachsthum zurückgeblieben sind. Die langen, normal gebauten Antheren der fertigen Blüthe sitzen auf kurzen, walzenförmigen, an der Basis etwas verdickten Filamenten. Die Pollen haben eine bohnenförmige Gestalt.

Die Phalangen verbreitern sich bei der weiteren Entwicklung sehr stark in ihren oberen Partieen, während sich die unteren Theile bedeutend strecken, somit gegen die oberen Theile verengt erscheinen und dieselben wie auf Stielen emporheben. Auf diese Weise ist auch der ursprüngliche enge Zusammenhang mit dem Inneren der Blüthenanlage für die äussere Betrachtung vollständig geschwunden; die einzelnen Phalangen älterer Blüthen lassen sich daher auch leicht abtrennen. In jede Phalange führt nur ein einziges Hauptgefässbündel; dieses verzweigt sich dort, wo der untere, stielartige in den oberen, breiteren Theil der Phalange übergeht, fast rechtwinklig in drei oder auch vier kleinere Seitengefässbündel. Von diesen Seitenzweigen aus werden nun die sämmtlichen Differenzirungen auf den Phalangen, die Staubgefässe und die blattartigen Zähnchen, gleichmässig mit feineren Gefässen versorgt.

Die »Phalangen« der früheren Schriftsteller sind nach all diesen Erörterungen, besonders durch den entwicklungsgeschichtlichen Nachweis keine »männlichen Blüthen«, sondern nur Bündel von Staubgefässen, welche auf einem gemeinsamen Primordium entstehen. Die Auffassung früherer Forscher, welche die einzelnen Phalangen nur für Bündel von Staubgefässen erklärten, würde demnach den thatsächlichen Verhältnissen mehr entsprechen, wenn man die Vertheilung der einzelnen Phalangen auch richtig erkannt hätte. So heisst es ja in dem Werke von Le Maout et Decaisne a. a. O. »Étamines groupées en 4 phalanges opposées aux lobes du périanthe ♀«. Drude's Ansicht, dass jede Phalange eine männliche Blüthe vorstelle, entfernt sich sehr von den oben festgestellten Thatsachen. Alle früheren Deutungen der Inflorescenz der *Cyclantheen* sind also unrichtig, da wir es bei dieser Familie, wenigstens bei den hier untersuchten Vertretern derselben, nicht mit männlichen und weiblichen Blüthen zu thun haben, die Blüthenkolben vielmehr von Zwitterblüthen in regelmässiger, spiraliger Anordnung besetzt werden, und zwar nackten Blüthen, indem jede Spur von Deckblattanlagen fehlt.

Nunmehr wäre noch die Blüthe der *Cyclantheen Carludovica* und *Sarcinanthus* in ihren einzelnen Theilen, wie in ihrer Gesammtheit zu deuten. Vorausgehen mögen noch einige Angaben über deren anatomischen Bau.

Alle Theile dieser Pflanzen sind von zahlreichen Gummigängen durchzogen, welche häufig auf weite Strecken hin verlaufen und theils auch anastomosiren. Der Inhalt der Gummigänge erhärtet in Alkohol zu einer weissen, mehr consistenten Masse. Derartige Gänge verlaufen auch im Blüthenkolben in grosser Anzahl in mehr oder weniger regelmässiger Gestallt. Selbst das Gynäceum ist reichlich damit versehen, während dasselbe auch ringsum von denselben umgeben ist. Auf dem Längsschnitt in Figur 11 sind einige solche Gänge getroffen und dort dunkel angelegt; hier ist auch die äusserste Epidermisschicht am Grunde der Fruchtknotenhöhlung vollständig emporgehoben, wie ich es meist beobachtete. Die Entstehung der Gummigänge wurde auf Längs- und Querschnitten durch ganz junge Knospen seitlicher Sprosse studirt. Die jüngsten Blattanlagen, sowie auch die Stiele sehr junger Blüthenkolben, fand ich mit Nestern von kurzen, drüsenartigen, meist nur einzelligen Haaren besetzt, welche bei der weiteren Entwicklung zu Grunde zu gehen scheinen, da mir späterhin solche nicht mehr auffielen. Als erste Spuren für die Entstehung der Gummigänge treten auf gewissen Strecken des Gewebes stark lichtbrechende Zwickel auf, welche sich an den Stellen der Intercellularräume von kleineren oder grösseren Reihen übereinanderliegender Zellen gebildet haben. Die Behandlung mit Chlorzinkjod lässt zwar die diese Zwickel begrenzenden Membranen der benachbarten Zellen deutlicher erscheinen, bringt aber nicht mehr deutlich die charakteristische Cellulosereaktion hervor, was vielleicht auf eine schon beginnende Veschleimung dieser Membranen schliessen lässt. Da ich nun auf sehr zahlreichen Schnitten bei genauster Durchsuchung in dem Innern keiner Zelle eine Schleimabsonderung auch keine einzelne Zelle in Auflösung fand, so ist wohl der Schluss berechtigt, dass wir es hier mit einem intercellularen Auftreten dieser Gummisubstanz zu thun haben. In Figur 14 ist ein Theil eines Längsschnittes abgebildet, auf welchem wir diese Zwickelbildung verfolgen können. Die Membranen der Zellen *a* und *b* sind schon von der auftretenden Substanz an einzelnen Stellen nach Innen gepresst. Durch weitere Ansammlung dieser schleimigen Intercellularsubstanz werden die Zellen mehr und mehr auseinandergeschoben und schliesslich zusammengedrückt; ihre Membranen verquellen und der Inhalt verschwindet allmählich. Die Verschleimung greift immer weiter um sich und zieht die Zellen in grösserem Umkreise zur Bildung der Gummigänge heran. Diese Zellen ragen meist zunächst papillenartig in das Innere der Gänge hinein, und man kann häufig auch schon theilweise aufgelöste Membranen und weit hineinragende, breitere Fäden oder Bänder von körniger Struktur, die Reste des Zellinhaltes, beobachten. Die Gummigänge haben also einen schizogenen Ursprung und bilden sich lysigen weiter. Ihr Lumen ist nicht immer gleichmässig weit, vielmehr greift die Verschleimung der umgrenzenden Zellen ziemlich unregelmässig um sich, sodass benachbarte Gänge zuweilen auf breite Strecken mit einander in Verbindung treten; auch münden einzelne Gänge hie und da nach Aussen. So fand ich an der Oberfläche einzelner Blüthenkolbenstiele nahe dem Kolben die in Alkohol erhärtete weisse Gummimasse hervorgequollen. Bei näherer Untersuchung auf Querschnitten konnte ich auch die Mündung der Gänge nach Aussen verfolgen. Ferner sind auffallend die zahlreichen Rhaphidenbündel, welche sich in allen Theilen der Pflanzen, besonders den Fortpflanzungsorganen derselben aufgespeichert finden; auch die Integumente der Samenknospen sind mit solchen reichlich versehen, ebenso das gesammte übrige Gynäceum, die Phalangen und die Filamente. Nicht unerwähnt bleiben soll das Vorhandensein von Gerbstoffzellen in den einzelnen Theilen dieser Pflanzen; solche sind besonders häufig in den Blüthenkolbenstielen und zwar hauptsächlich in den peripheren Gewebezonen.

Nachdem wir festgestellt haben, dass die Phalangen keine männlichen Blüthen, sondern nur Bündel von Staubgefässen sind, kann natürlich von einem Perigon derselben in gewöhnlichem Sinne keine Rede mehr sein. Die an jüngeren Phalangen noch ringsherum auftretenden schuppenartigen Zähnchen möchte ich vielmehr als schon frühzeitig umgewandelte Staubgefässanlagen ansprechen. Hierzu führt theils die oben erwähnte Entwicklungsgeschichte, theils sind es andre Gründe, welche diese Auffassung als die richtige erscheinen lassen. Die Anfangs als kleine rings um das Staminalprimordium auftretenden Höcker verbreitern sich sehr frühzeitig, so dass sie bald eine etwas mehr blattartige Gestalt annehmen.

Sie entstehen nicht alle in einer gleichmässig hohen Ringzone, sondern man kann, wenigstens auf der nach dem Blütheninnern gelegenen Seite der Phalange, zuweilen zwei, ja drei Reihen von solchen blattartigen Zähnchen unterscheiden, indem einzelne derselben in zwei oder drei übereinanderliegenden Zonen des Primordiums inserirt sind. Auf den andren Seiten der Phalangen behalten die in der Höhe dieser zweiten bezw. dritten Reihe entstandenen Höcker die kugelige Form länger bei und entwickeln sich zu Staubgefässen. Solche Uebergangsformen sind an fertigen Blüthen schwieriger zu verfolgen. Bei einigen fertigen Phalangen von *Sarcianthus utilis* (aus dem hiesigen botanischen Garten) fand ich gar keine derartige Organe ausgebildet, was ja auch für die obige Annahme spricht. Auch lassen sich anatomische Gründe für die genannte Vorstellung anführen. Die Gefässbündelvertheilung in diesen Zähnchen und in den Staubgefässen ist dieselbe; sie werden gleichmässig von einem Seitengefäss des Hauptgefässes der Phalange mit feineren Gefässen versorgt. Was den weiteren anatomischen Bau dieser Organe betrifft, so zeigen sie eine subepidermoïdale Schicht von Zellen mit spiralig verdickten Wänden, wie sie der Bau gewöhnlicher Antheren aufweist; zwischen dieser Schicht und der obersten dünnwandigen Epidermis tritt ein Sekret auf, welches eine ölige, viele Vakuolen enthaltende, helle, in Alkohol nicht erhärtende Flüssigkeit ist, sich in ziemlicher Menge ansammelt und die äusserste Epidermisschicht blasenartig emporhebt. Es ist in Aether löslich und wird durch Ueber-Osmiumsäure braunschwarz gefärbt, zeigt also die Fettreaktion. Weitere Anhaltspunkte für die Feststellung der eigentlichen Funktion dieser blattartigen Zähnchen wären im Heimatlande dieser Pflanzen noch zu suchen.

Die Entstehung der von früheren Forschern als »Perigon« und »Staminodien« der »weiblichen Blüthe« bezeichneten Organe haben wir oben kennen gelernt und gesehen, dass eine solche Auffassung nunmehr unhaltbar geworden ist. Ueber die eigentliche physiologische Bedeutung dieser eigenthümlichen Organe kann natürlich nur im Vaterlande dieser Pflanzen Genaues festgestellt werden. Sie entwickeln sich durch Spaltung aus einem einheitlichen Wulst. Die inneren Theile dieser Wülste, die Staminodien, zeigen frühzeitig ein sehr intensives Wachsthum, so dass sie bald das junge Gynäceum vollständig verdecken, indem sie sich über dasselbe vorbeugen. In Figur 10 ist der früher als »weibliche Blüthe« bezeichnete Theil einer Blüthe nach Entfernung der vier seitlichen Phalangen gezeichnet; auch das untere Staminodium ist weggeschnitten. Hier sehen wir, dass die jungen Staminodien *st* den grössten Theil des Gynäceums verdecken, in jüngeren Stadien werden auch die Ecken desselben von den Basaltheilen *(p)* der Staminodien fast vollständig überwölbt. Vielleicht dienen diese Organe zunächst als Schutz für das junge Gynäceum; worauf auch das Vorhandensein zahlreicher Rhaphidenbündel besonders in den äussersten

Spitzen der Staminodien wohl hindeutet. Die Staminodien erreichen eine bedeutende Länge (bis zu 1 dcm) und gehen an ihrem äussersten Ende in eine halsartige Verengerung über. Das Gewebe dieses Theiles der Staminodien ist besonders dünnwandig, und sind die Epidermiszellen hauptsächlich auf einer Seite dieser verengerten Spitze zu längeren Papillen ausgewachsen. Auffallend ist, dass bei vollständig entwickelter Blüthe, gerade die halsartige Verengerung mit sehr zahlreichen Raphidenbündeln versehen ist, während solche in dem übrigen Gewebe der Staminodien nur äusserst spärlich vertreten sind. Die Staminodien besitzen je ein Gefässbündel und sind auch von den oben besprochenen Gummigängen durchzogen; bei *Carludovica latifolia* fand ich stets nur zwei, welche ein sehr beträchtliches Lumen zeigten. An dem im hiesigen botanischen Garten aufgenommenen Material von *Carl. Moritziana* und *Sarcinanthus utilis* waren meist mehrere engere Gummigänge in den Staminodien vorhanden. Das übrige Gewebe besteht aus zartwandigen Zellen, die dicht von Chlorophyllkörnern mit einlagernder Stärke erfüllt sind. Die oberste Epidermisschicht der Staminodien wird gebildet von grossen, sehr dünnwandigen Zellen; einigemal fand ich dieselbe an einzelnen Stellen blasig aufgetrieben. Zahlreiche Spaltöffnungen sind in die Epidermis eingesenkt. Dieselben haben bei *Carl. latif.* nicht den gewöhnlichen Bau; der Spalt verläuft hier nicht parallel mit den Schliesszellen, sondern steht senkrecht zu denselben, wie eine in Figur 15 abgebildete Spaltöffnung erkennen lässt (von Strassburger bei *Azolla* beobachtet). Bei dem Material von *Carl. Mor.* und *Sarc. utilis* fand ich auch einigemal, dass an Stelle von einfachen Staminodien Spaltungen in zwei nebeneinanderliegende, den gewöhnlichen Bau zeigende Staminodien eingetreten waren. So hatten sich bei einer Blüthe von *Sarcinanthus* sogar zwei gegenüberliegende Staminodien gespalten, so dass ich deren sechs anstatt wie gewöhnlich vier vorfand, hier war auch der Fruchtknotenwulst in sechs Schleifen zwischen dieselben gelegt. Wenn wir auch hier nichts Näheres über die eigentliche Funktion der Staminodien direkt ermitteln können, so dienen sie auf jeden Fall als Schauapparat zur Anlockung von Insekten durch ihre, sie von weit sichtbarmachende, senkrechte Stellung während der Blüthezeit und ihre weit leuchtende gelblich weisse Farbe.

Alle bisherigen Deutungen der Blüthen von *Carludovica* und *Sarcinanthus* sind nach den obigen Untersuchungen nunmehr als den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechend fallen zu lassen. Das Diagramm der Blüthe würde nach ihrer Entwicklung das in Figur 16 gezeichnete sein. Zunächst können wir die zuerst entstandenen Phalangen links und rechts als ersten Kreis, die dann auftretenden oberen und unteren Phalangen als zweiten Kreis ansehen. Nun erscheinen als die beiden nächsten, den ersteren opponirten Kreise die Staminodien mit ihren perigonartigen Fussstücken; als dritter Kreis diejenigen links und rechts, als vierter die oben und unten. Endlich ist als fünfter Kreis das mit den vorhergehenden Gliedern alternirende Gynäceum zu betrachten, so dass der Blüthe auch die dem monocotylen Typus eigenen fünf Kreise zukommen, welche hier aber nur zweizählig sind. Das Fehlen jeder Spur eines Vorblattes lässt es auch natürlich erscheinen, dass die seitlichen Organe zuerst auftreten. Die einzige mir bekannte, allerdings nur rohe Abbildung, welche der obigen Blüthengestaltung einigermassen sich nähert, ist eine von Pöppig[1]; man findet hier vier Phalangen mit den dazwischenliegenden Staminodien und dem Gynäceum, die Phalangen sind zwar etwas verschoben und werden auch im Texte[2] als männliche Blüthen aufgefasst. Was nun die systematische Stellung der *Cyclantheen* betrifft, so hat dieselbe früher Drude einmal durch Anführung verschiedener verwandtschaftlicher Beziehungen zu im System benachbarten Familien festzustellen versucht. Er sagt: »Man kann nur darüber zweifelhaft sein, ob man diese Familie den Palmen oder den *Araceae* oder den *Pandanaceae* als am nächsten stehend betrachten soll, hinsichtlich der Vegetationsorgane kann es sich in erster Linie nur um Palmen, in zweiter Linie nur um *Araceen* handeln. Während die ♀ Bl. sich allen Palmen entfernen, bei denen die grosse Samenzahl an wandständigen *Placenten* unerhört ist, und während sich hierfür Analogien bei den *Araceae* und bei *Freycinetia* finden, kann man die ♂ Bl. nicht unschwer mit denen von *Phytelephas* unter der letzten Gruppe der Palmen vergleichen, doch ist daran zu erinnern, dass diejenigen Pandanusarten, welche auf rundlichem Stiel sich erhebende perigonlose ♂ Bl. mit vielen *A.* besitzen (z. B. *P. furcatus*, ebenso *Freycinetia*) ebenfalls einen stichhaltigen Vergleich zulassen«[3]. Er stellt die Gattung *Carludovica* als ein Verbindungsglied zwischen Palmen und Pandaneen hin und sagt: »indem beide Familien Aufschluss über die Theorie ihres Blüthenbaues geben, dient sie selbst dazu die Verwandtschaft dieser beiden wichtigen Familien zu beweisen«[4]. Wenn wir nun jetzt auch besseren Aufschluss über die Blüthengestaltung der untersuchten *Cyclantheen Carludovica* und *Sarcinanthus* haben, und somit manche der von Drude herangezogenen Anhaltspunkte für die Verwandtschaft hinfällig werden, so fällt es doch schwer oder ist vielmehr überhaupt noch nicht möglich, dieser Familie schon eine sichere systematische Stellung zu geben, bevor nicht noch ausgedehntere Forschungen innerhalb dieser und der benachbarten Familien weitere stichhaltige Anhaltspunkte liefern. Vielleicht geben die obigen Untersuchungen die Anregung dazu. Sehr gern hätte ich auch die Blüthenentwicklung des *Cyclanthus* (im Gewächshaus des hies. bot. Gartens) verfolgt, derselbe trieb aber noch keine Blüthenknospen, welche ich anfangs zu bekommen hoffte. Bis jetzt möchte ich nun die Familie der *Cyclantheen* den *Araceen* am nächsten stehend betrachten. Gegen die Palmen wird durch das Auftreten der zahlreichen Samenknospen eine äusserst scharfe Grenze gebildet, während dasselbe sie den *Araceen* näher stellt. Auch erinnert die gedrängte spiralige Stellung der Blüthen sehr an die Vorkommnisse bei den *Araceen*. Die bei den *Cyclantheen* herrschende Protogynie findet sich ebenfalls bei den zwittrigen *Araceen* (z. B. *Dracontium*) wieder, bei beiden wird die Bestäubung durch Thiere bewirkt, welche durch den aromatischen Geruch bei dem Aufblühen dieser Pflanzen angelockt werden. Wenn schon die Vegetationsorgane im Allgemeinen bei den *Cyclantheen* und vielen *Araceen* ähnliche sind, wie auch Drude oben erwähnt, so lassen sich auch noch andre, für die nähere Verwandtschaft beider Familien vielleicht sprechende, anatomische Gründe auffinden. Es kommen nämlich in den Rhizomen und Stämmen verschiedener *Araceen*, so der *Colocasioïdeae* (von Engler beobachtet bei *Colocasia Antiquorum*, *Alocasia macrorrhiza*, *Steudneria*, in den *Stolonen* von *Remusatia*) auch Gummigänge vor, ebenso in den Stengeln und Stämmen einiger *Monsteroïdeae*. Ferner treten auch bei einigen *Araceen*[1]) im Grundgewebe unregelmässig zerstreute Gerbstoffzellen auf, wie wir solche auch bei den *Cyclantheen* beobachtet haben.

---

[1] Pöppig et Endlicher. Nov. Plantae Chilenes. Vol. 2. 1838. Tb. 154, Fig. 1.

[2] Das. S. 36.

[3] Engler-Prantl. Natürl. Pflzf. II. Theil. 3. Abth. S. 98.

[4] Bot. Ztg. 1877. S. 591.

II. Butomaceae.

(Limnocharis Plumieri und *Hydrocleis nymphoïdes Buch.)*

Limnocharis Plumieri ist identisch mit *Limnocharis flava Buch.* und gehört zu der Familie der *Butomaceen*. Sie ist eine Sumpfpflanze aus dem tropischen Amerika. Nach einer Mittheilung des Herrn Professor Goebel findet sie sich auch als gemeines Unkraut in den Reisfeldern Javas, wohin sie wahrscheinlich als Gartenflüchtling gekommen. Sie ist nahe verwandt und auch im Aeusseren ähnlich *Hydrocleis nymphoïdes Buch.*, welche häufig »unter dem zu verwerfenden Namen«[2]) *Limnocharis Humboldtii* in botanischen Gärten kultivirt wird.

Ueber *Limnocharis Plumieri* finden sich in der vorhandenen Litteratur gar keine Angaben[3]) in betreff der Blütengestaltung. Mit um so grösserem Interesse ging ich an die nähere Betrachtung derselben heran.

Der Zweck der Untersuchung des mir zu Gebote stehenden Alkohol-Materials war nun hauptsächlich der, die Entwicklungsgeschichte der Blüthe zu verfolgen. Zunächst mögen die Resultate hier wiedergegeben werden.

---

1) Engler, *Araceae*, Engler-Prantl. Natürl. Pflzfam. II. Theil. 3. Abth. S. 106.

2) Buchenau, Butomaceae, Engler-Prantl. Natürl. Pflzfam. Theil II. I. Abth. S. 234.

3) Buch., l. c. S. 233. Eichler, Blüthendiagr. S. 101.

Der Blüthenstand von *Limnocharis Plumieri* ist scheindoldig und ziemlich reichblüthig; zuweilen finden sich zehn bis zwölf Blüthen in einer entwickelten Inflorescenz. Die Blüthen stehen an einer sehr verkürzten Achse mit $^2/_5$ Divergenz spiralig angeordnet. Die Entwicklungszustände derselben sind, da sich an der Achse bis zu einem gewissen Zeitpunkt stets neue Blüthenanlagen bilden, sehr verschieden, wie auch bei *Hydrocleis* und *Butomus*[1]). Man findet in manchen Blüthenständen bei schon vollständig ausgebildeten Blüthen alle möglichen Entwicklungsstufen derselben; auch erfolgt das Aufblühen in genetischer Reihenfolge. Der Blüthenstand ist hier einfacher als bei *Butomus umbellatus*[2]), wo derselbe aus einer Endblüthe und drei vielblüthigen Schraubeln besteht.

Die einzelnen Blüthen stehen in den Achseln ihrer an der Inflorescenzachse schief inserirten Stützblätter. An einer ausgebildeten Inflorescenz befinden sich die beiden äusseren, also ältesten, Blüthen ungefähr vor der Mitte ihrer Stützblätter, die anderen jüngeren Blüthen an dem oberen Ende ihrer zugehörigen Stützblätter. Das untere Ende der Stützblätter umfasst auch noch die nächste Blüthe. Diejenigen der beiden ältesten Blüthen dienen zugleich als schützende Hülle dem ganzen Blüthenstand, indem sie denselben lange Zeit vollständig einschliessen. Die Blüthe steht derart zu ihrem Stützblatt, dass das eine Kelchblatt, und zwar das erstentstandene, demselben median gegenüber nach der Sprossachse hin gelegen ist, während nach dem Stützblatt hin das betreffende Kronblatt liegt. Die Blüthenstiele sind dreikantig, verbreitern sich nach der Blüthe hin etwas und sind schwach gekielt. Die Angabe Buchenau's[3]), dass »bei *Limnocharis* einzelne langgestielte Blüthen mit Laubblättern in einzelnen Stockwerken der Pflanze« vorkommen, konnte ich bei meinen Untersuchungen nicht bestätigen; da das Material hauptsächlich zur Blüthenuntersuchung geeignet war, hätten sich doch solche auch in jüngeren Stadien vorfinden müssen.

An der Inflorescenzachse entwickeln sich also, wie schon erwähnt, eine Zeit lang stets neue seitliche Blüthenanlagen, sodass eine Endblüthe nicht vorhanden ist. Die Inflorescenzachse geht vielmehr in einen der vegetativen Vermehrung dienenden Spross über. Bei der Untersuchung ganz junger Blüthenstände findet man nur Blüthenanlagen an der Achse. An der ältesten sind z. B. erst die Kelch- und Kronenblätter ausgebildet; die jüngste tritt eben als etwas abgeplatteter Höcker in der Achsel ihres Stützblattes hervor. In Figur 17 ist eine junge Inflorescenz wiedergegeben; hier sind sb_1 und sb_2 die Stützblätter zu ihren zugehörigen Blüthenanlagen b_1 und b_2; sb_3 ist die erste Anlage zu dem nächst jüngeren Stütz-

---

1) Buch., Ueber die Entwicklung von Alisma und Butomus. Flora 1857. S. 245.

2) Buch., Butom. l. c. S. 233.

3) Buch., Butom. l. c. S. 232.

blatt, *v* ist der flache Vegetationsscheitel der Inflorescenz; b_1 zeigt schon die Anlage zu dem ersten Kelchblatt. In weiter entwickelten Blüthenständen sind vielleicht die ältesten Blüthen schon vollständig ausgebildet neben den ersten Blüthenanlagen. Bei noch älteren Inflorescenzen, wie ich solche untersuchte, finden sich nach der jüngsten Blüthenanlage Anlagen zu Laubblättern, welche die Spitze der Inflorescenzachse umgeben. Die Zahl der Blattanlagen ist bedingt durch das Alter des Blüthenstandes. So fand ich in einem Blüthenstande die äusseren Blüthen schon vollständig entwickelt. Die jüngste Blüthenanlage zeigt schon Kelch- und Kronenblätter; hierauf folgen vier Laubblattanlagen nach Art der Stützblätter spiralig angeordnet. An der ältesten ist eine grundständige Scheide deutlich sichtbar, welche sich nach oben hin in die noch cylindrische, nach innen etwas concave Blattspreitenanlage fortsetzt. Die jüngeren Blattanlagen zeigen Uebergangsformen bis zur jüngsten, welche in Form eines Wulstes erkennbar ist; dieser flacht sich seitlich allmählich nach der Inflorescenzachse hin ab und geht in dieselbe über, und zwar erstreckt er sich an der einen Seite weiter hinunter als an der andren; er ist also schief inserirt. Die Scheiden bedecken am Grunde mit ihren seitlichen Endspitzen die der nächsten Anlagen. Ein ähnliches Stadium wurde gezeichnet und giebt Figur 18 dasselbe wieder. Hier zeigt die jüngste Blüthenknospe *b* die Anlage zum ersten Kelchblatt *s*, *sb* ist das zugehörige Stützblatt von der Aussenseite gesehen. Rechts ist die erste schon etwas weiter entwickelte Laubblattanlage l_1, während auf der Rückseite eine zweite l_2 als Wulst eben hervortritt. Der Vegetationsscheitel *v*, welcher vorher flach erschien (Fig. 4 *v*), hat sich mehr gestreckt und kegelförmig hervorgewölbt. Aus der Mitte einer ausgeblüthen Inflorescenz, wie ich eine bei meinem Material vorfand, sieht man ein Laubblatt schon weit (ungefähr 1 dcm) hervorragen; die Scheide desselben schliesst die nächst jüngeren Blätter noch vollständig ein. Die Spreite jenes und die der nächsten drei Blätter sind schon deutlich abgesetzt aber noch nach innen zusammengerollt. Nach dem Wegnehmen dieser Blätter findet man in deren Mitte den Spross, wie er vorher geschildert. Ein solcher Spross einer Inflorescenz, welche etwas jünger war als die eben betrachtete, ist in Figur 19 abgebildet, *sb* ist das Stützblatt der jüngsten Blüthenanlage von der Aussenseite betrachtet; l_1 l_2 l_3 sind die Anlagen zu Laubblättern, welche den ziemlich gestreckten Vegetationskegel *v* umgeben. Die Entwicklung dieses Sprosses weiter zu verfolgen, fehlte mir das Material; auch konnte ich solches trotz verschiedener Bemühungen (ich hatte mich an die Herren Professor Buchenau und Professor Urban zu Berlin gewendet) nicht bekommen. Aehnliches, wie ich an der oben geschilderten, ausgeblüthen Inflorescenz fand, zeigt eine Abbildung von *Plumier*[1]). Bei der nur rohen, skizzenhaften Ausführung derselben ist es jedoch nicht möglich, den Zusammenhang der aus der Infloreseenz hervorstehenden Laubblattgebilde näher zu erkennen.

---

[1]) Plantarum Americ. fasc. V 1757, Tab. 115.

Ueber die Entwicklung der Blüthe selbst von *Limnocharis Plumieri* finden sich bis jetzt, wie schon gesagt, noch keine Angaben in der Litteratur vor, über die der ihr nächst verwandten *Hydrocleis nymphoïdes Buch.* nur sehr geringe. Buchenau[1]) erwähnt kurz betreffs der Letzteren, dass Micheli die Chatin'sche Angabe anführt, nach welcher die Stamina in centrifugaler Reihenfolge entstehen. Ich suchte nun Näheres hierüber zu erfahren. Micheli sagt: »Dans un travail sur l'évolution des étamines (Bull. Soc. Bot. France, 1876 p. 67) M. Chatin indique chez les Sagittaria le développement des étamines comme centripète et comme centrifuge chez le Limnocharis« [2]). Letztere ist hier identisch mit *Hydrocleis nymphoïdes Buch.* Den Chantin'schen Originalbericht konnte ich leider nicht ausfindig machen, da Micheli's Angabe der Stelle, wo sich derselbe befinden soll, unrichtig ist.

Ich habe nun, soweit das Material des hiesigen botanischen Gartens (Mitte Oktober) reichte, auch über die Blüthenentwicklung der *Hydrocleis nymphoïdes Buch.* Untersuchungen angestellt, deren Resultate hier folgen. Der Gipfel der Blüthenachse hat von oben gesehen nach Anlage der Kelch- und Kronenblätter eine dreikantige Gestalt. Das Wachsthum des Blüthenbodens ist kein gleichmässiges, indem die Region, welche vor den Kelchblättern liegt, zunächst am stärksten wächst, sodass sich hier zuerst ein hügelartiger Wulst bildet (Fig. 20 *w*); dieser flacht sich nach den Kronenblättern hin etwas ab. Die steile Böschung nach den Kelchblättern wölbt sich bald hervor, während nun auch der vor den Kronenblättern liegende Theil des Blüthenbodens stärker herauswächst. Jetzt scheint die ganze Blüthenachse wie von einem Ringwulst umgeben. Vor jedem Kelchblatt entstehen nun auf dem obersten Rand dieses Wulstes die ersten Anlagen je zweier Stamina, sodass wir einen ersten Kreis von sechs Staubgefässen haben. Dieses Stadium, ist in den Figuren 21 *a* und *b* abgebildet; erstere zeigt die Blüthenknospe von oben gesehen, letztere giebt eine Ansicht von der Kelchseite her; *ss* sind die Kelchblätter, *pp* die Kronenblätter, *st, st* die Anlagen der ersten sechs Staubgefässe auf dem oberen Rande des Ringwulstes *r*. Nachdem die ersten sechs Staubgefässanlagen sich deutlicher herausgebildet haben, sieht man im Anschluss an dieselben etwas tiefer auf dem Wulst sechs neue Höcker auftreten (Fig. 22 st_2 st_2). Auf den zweiten sechsgliedrigen Staminalkreis folgt weiter abwärts ein dritter, welcher mit dem zweiten alternirt und somit

---

1) Beiträge zur Kenntniss der Butomaceen Alismaceen und Juncaginaceen· Engler, Bot. Jhrb. Bd. II. S. 468.

2) Alismaceae, Butomaceae, Juncagineae in A. et Cas. Decandolle. Monographiae Phanerogamarum Bd. III. S. 15.

dem ersten opponirt ist. Weiter nach unten auf dem Wulst folgen noch neue sechsgliedrige Kreise; im Ganzen kann man deren fünf unterscheiden. Stets erkennt man unterhalb der zuletzt entstandenen Staubblattanlagen noch den Wulst, wie es in den Figuren 21 und 22 deutlich ist. Der Wulst zeigt in seiner unteren Zone ein interkalares Wachsthum, und es bilden sich zuletzt noch Staminodien in grösserer Anzahl. Die Staminalkreise alterniren fast regelmässig, sie schieben sich aber beim späteren Wachsthum des Blüthenbodens mehr oder weniger zu drei Hauptkreisen in einander.

Das Gynaeceum wird angelegt lange bevor sich alle Stamina entwickelt haben. Schon bei dem ersten Auftreten der Staminalanlagen des zweiten Kreises nimmt die obere Blüthenachse eine stumpfsechskantige Gestalt an; die sechs hervortretenden Ecken sind die ersten Anlagen zu den Fruchtblättern, welche mit den ersten Staubblättern alterniren. Figur 22 zeigt ein solches Stadium von oben gesehen; st_1 st_1 sind die ersten Staubblattanlagen, mit ihnen alternirend die ersten Anlagen zu den Fruchtblättern *g*. Zuweilen finden sich nur fünf Carpellanlagen, auch sieben kommen vor, bei weitem am meisten aber sechs. Die weitere Entwicklung des Gynäceums ist, soweit ich verfolgen konnte, derjenigen von *Butomus umbellatus*[1]) gleich. Figur 23 giebt ein einzelnes älteres Fruchtblatt auf der Innenseite mit zahlreichen Samenanlagen wieder; der Griffel tritt als kurze halsartige Verengerung des Karpells auf.

Die Angabe Chatins, wie sie Micheli a. a. O. anführt, dass die Staubgefässe bei *Hydrocleis nymphoïdes Buch. (Limnocharis)* in centrifugaler Reihenfolge entstehen, findet sich also durch die obigen entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen bestätigt.

Es mag nun erst auch die Entwicklung der Blüthe von *Limnocharis Plumieri* folgen, welche der von *Hydrocleis nymphoïdes* ähnlich ist.

Die jüngste Blüthenanlage erscheint als kleiner, seitlich etwas abgeplatter Höcker (Fig. 17 b_2) in der Achsel ihres Stützblattes (Fig. 17 sb_2). Zunächst tritt an ihr auf der nach der Sprossachse hin gerichteten freieren Seite ein flacher Wulst auf, die Anlage des ersten Kelchblattes, wie es Fig. 17 und Fig. 18 zeigen. Sehr bald entwickeln sich auch die beiden seitlichen Kelchblätter, und zwar, ihrem Grössenverhältniss nach zu urtheilen, successiv. Ein solches Entwicklungsstadium giebt Figur 24 wieder in einer Oberansicht; s_1 s_2 s_3 würden also in dieser Reihenfolge entstanden sein. Das erste Kelchblatt ist und bleibt auch bei der Entwicklung weitaus das grösste, sodass es, wie man auch besonders an der ausgebildeten Blüthenknospe sehen kann, die beiden anderen zum grossen Theil umfasst und kappenförmig über die ganze Blüthe hervorragt. Nach Anlage der drei Sepala, welche sich fortan rasch entwickeln, entstehen die

---

1) Buch., Entw. von Alis. u. But. l. c. S. 247.

drei Kronenblätter in Gestalt sehr kleiner Höcker. Die Blüthenachse hat jetzt eine dreikantige Gestalt, wie die Oberansicht (Fig. 24) zeigt. Diese Form tritt besonders dadurch auch noch schärfer hervor, dass sich vor den Kelchblättern hügelartige Wülste gebildet haben; diese flachen sich nach den Kronenblättern hin anfangs allmählich ab, sodass letztere von oben gesehen in ihren ersten Anlagen als Ausläufer der Wülste erscheinen. Nach der Kelchseite fallen die Wülste steil ab, ihr oberer Rand tritt daher scharf hervor (Fig. 24 *w*). Die Kronenblätter zeigen in ihren jüngeren Entwicklungsstadien ein ausserordentlich träges Wachsthum, erst später, wenn die Antherenfächer sich schon zu differenziren beginnen, verbreitern sie sich etwas zu einer mehr blattähnlichen Form. Das Wachsthum des Blüthenbodens ist also zunächst auf der Seite der Kelchblätter am intensivsten. Der obere Rand der hier entstandenen hügelartigen Wölbungen steht hoch über den Kelchblättern. Die Verbreiterung des unteren Theiles der Blüthenachse hat nun weiter um sich gegriffen; es entsteht daher auch vor den Kronenblättern eine Vorwölbung, deren oberer Rand aber nicht dieselbe Höhe erreicht wie die wulstartige Hervorwachsung vor den Kelchblättern. Die Blüthenachse wird also auch hier wie bei *Hydrocleis* von einem Ringwulst umgeben. Dieser ist jedoch nicht ganz so gleichmässig ausgebildet wie dort, sondern vor den Kronenblättern etwas niedriger. Ein optischer Längsschnitt einer jungen Blüthenknospe (Fig. 25) lässt diese Verhältnisse erkennen; *s* ist die Kelchblattanlage, *p* die dieser gegenüberliegende Kronblattanlage. Wir sehen, dass der Wulst vor dem Kelchblatt bedeutend stärker entwickelt ist, dagegen tritt er über dem Kronblatt nur wenig hervor. Jetzt wölbt sich auf dem oberen Rande des Ringwulstes zuerst auf der Seite des ersten Kelchblattes eine Partie stärker hervor, die schräg von oben gesehen eine wellenförmige Oberflächengrenze zeigt. Es sind dort drei flache Protuberanzen sichtbar, von denen die mittlere etwas deutlicher ist und auch etwas höher steht. Nicht als sicher kann ich hier hinstellen, dass eine Spaltung eines gemeinsamen Staminalprimordiums in drei Staubgefässe vorliegt, obgleich es mir häufig den Anschein hatte, und ich dazu geneigt war, da ich jedoch bei der Untersuchung zahlreicher junger Blüthenknospen kein Stadium fand, in welchem ein einheitliches Primordium für die drei ersten Staubgefässanlagen sichtbar war, so hat es auch eben nur den Anschein einer Spaltung, und muss ich die drei ersten Staubgefässe als drei selbständige Anlagen betrachten. Jedenfalls entstehen diese drei ersten Staminalanlagen in äusserst geringen Zeiträumen von einander, wenn überhaupt die mittlere Staubgefässanlage früher als die beiden seitlichen entstehen sollte, was hier kaum zu entscheiden ist. Sehr bald treten auch auf den beiden andren Kelchseiten die Anlagen zu drei Staubgefässen in derselben Weise auf. In Figur 26 ist ein Präparat abgebildet, welches uns die Seitenansicht einer Blüthenknospe zeigt, an welcher der untere Theil der Blüthenachse ringwulstartig verbreitert ist. Diese Verbreiterung (*r*) ist vor den Kelchblättern *ss*, besonders vor dem in der Figur rechts gelegenen, sehr deutlich. Auf dieser Seite sind auch die ersten Anlagen zu drei Staubgefässen (st_1) als schwache Emergenzen entstanden, während solche links noch nicht sichtbar. Ein etwas weiter entwickeltes Stadium ist uns in Figur 27 in der Oberansicht gegeben. Hier tritt auch die wellenförmige Linie, welche die Oberflächengrenzen der je drei Staubgefässanlagen (st_1) bilden, deutlich hervor. Einen seitlichen Anblick eines solchen Entwicklungsstadiums bietet Figur 28. Grade bei einer solchen Ansicht glaubte ich häufig die Anlagen der drei ersten Stamina (st_1) auf einer besonderen, ihnen gemeinsamen Basis stehen zu sehen. Auch veranlasste mich das Bild einer derartig entwickelten Blüthenknospe von der Kelchseite her zu Anfang meiner Untersuchungen zur Annahme besonderer Wülste je vor den Kelch- und Kronenblättern. Eine Annahme, die sich bei genauerer Untersuchung jedoch als unrichtig erwies, da nur der allmähliche Uebergang der links und rechts stehenden Staminalanlagen (st_1) in den Ringwulst eben bei einer solchen Ansicht eine schärfere Contur gegen den vor den Kronenblättern gelegenen Theil des Wulstes zeigt; diese tritt natürlich dadurch noch deutlicher hervor, dass dieser Theil des Ringwulstes etwas niedriger ist und auch nicht soweit an der Blüthenachse hinaufgreift wie vor den Kelchblättern. Wir haben aber in der That auch hier wie bei *Hydrocleis* einen einheitlichen Ringwulst, der dort nur schon von Anfang an als solcher deutlicher zu erkennen ist. Ausser den ersten Anlagen zu je drei Staubgefässen auf jeder Kelchseite sind jetzt noch keine weiteren sichtbar, was auf Längsschnitten festgestellt wurde. Wenn diese Anlagen der ersten Staubgefässe zu schärfer abgegrenzten Höckern herangewachsen, wölbt sich der Ringwulst weiter unten vor den Kelchblättern, an den mit jenen Höckern alternirenden Stellen, deutlicher hervor, d. h. es bilden sich an die drei ersten Staubgefässe nach unten anschliessend weitere Staminalanlagen. Gleichzeitig beginnt auch eine Differenzirung vor den Kronenblättern. Hier sieht man die Anlagen zu je einem oder zwei Staubgefässen auftreten, je nach der Grösse derselben und den Raumverhältnissen. In Figur 29 ist ein solches Entwicklungsstadium in der Oberansicht abgebildet; st_1 st_1 sind die zuerst entstandenen Staubgefässe; mit diesen weiter nach unten hin alternirend die ersten Anlagen zu den nächsten Staubgefässen st_2 st_2, bei *a* entstehen schon die ersten zwei Kronenstaubgefässe. Da, wo vor den Kronenblättern je nur 1 Stamen angelegt wird, bildet sich späterhin, wie ich an zahlreichen Blüthen sah, meist noch ein zweites an einer durch Wachsthumsverschiebungen frei gewordenen Stelle. Die vor den Kronenblättern stehenden Staminalhöcker befinden sich ungefähr in der Höhe der ersten neun Kelchstaubgefässe, sodass man einen ersten Kreis von gewöhnlich vierzehn oder fünfzehn Staubgefässen unterscheiden kann; meist fand ich fünfzehn. Wie schon erwähnt, entstehen die ersten Kronenstaubgefässe ziemlich gleichzeitig mit den zu zweit entstandenen Kelchstaubgefässen. Einen Unterschied in Kelch und Kronenstaubgefässe, welche ungefähr in derselben Höhe stehen und späterhin als Glieder eines Kreises auftreten, kann man überhaupt nur mit Rücksicht auf die Zeitfolge ihrer Entstehung machen; dieser ist besonders deutlich bei den Gliedern des ersten Kreises, in welchem zwischen dem Auftreten der Kelch- und Kronenstaubgefässe ein beträchtliches Zeitintervall liegt. An die drei ersten Kelchstaubgefässe schliessen sich regelmässig, soweit ich beobachtete, vier weitere nach unten hin an. Auf die ersten Kronenstaubgefässe folgt abwärts nur noch je eine neue Staminalanlage, die ungefähr in der Höhe der zweitentstandenen Kelchstaubgefässe steht. Figur 30 zeigt ein Stadium, in welchem die ersten Kelch- und Kronenstaubgefässe st_1 und st_2, ebenso die zweiten Kelchstaubgefässe schon deutlich hervortreten, während das zweite Kronenstaubgefäss *a* erst eben sichtbar wird. Vor den Kelchblättern bilden sich nun weiter nach unten hin fünf neue Anlagen, welche sich an die zweiten Kelchstamina anschliessen und mit denselben alterniren. Die äussersten dieser fünf Anlagen (Fig. 31_3) stehen nahe zusammen vor den Kronenblättern, sodass sie auch im Anschluss an die zweiten Kronenstaubgefässe entstanden zu sein scheinen können. Das interkalare Wachsthum der unteren Zone des Ringwulstes bez. des Blüthenbodens schreitet nun immer noch fort, und es entstehen nach unten hin weitere zahlreiche Anlagen theils direct unter den vorhandenen, theils mit denselben alternirend. Vor den Kronenblättern entwickeln sich meist je zwei dieser Anlagen noch zu fertilen Staubgefässen, während die anderen zu Staminodien werden. Diese stehen vor den Kelchblättern fast regelmässig in drei mit einander alternirenden Reihen angeordnet, wie es Fig. 32 zeigt (die rechte Antherenhälfte des einen Staubgefässes ist durch das Wachsthum der beiden Staminodien nach oben verschoben). Vor den Kronenblättern ist die Anzahl der Staminodien geringer. Was die Anatomie der Staminodien betrifft, so bestehen sie aus dünnwandigen, etwas gestreckten Zellen, wie auch die Filamente. Die Staminodien und die Filamente der äusseren Staminalkreise sind von mehr oder weniger zahlreichen, unregelmässig anastomosirenden Gängen durchzogen. Diese verlaufen hauptsächlich nahe der Oberfläche und haben den typischen Bau von Harzgängen, indem sie im Innern von vier oder mehreren, mit gelblich braunem Inhalt reichlich versehenen Epithelzellen ausgekleidet sind. In den Filamenten des inneren Staubblattkreises habe ich solche Gänge nicht beobachtet. Die Epidermiszellen an der Spitze der Staminodien sind etwas papillenartig hervorgewachsen. Bei der Untersuchung des frischen Materials von *Hydrocleis nymphoïdes* aus dem hiesigen botanischen Garten traf ich häufiger Uebergänge dieser Staminodialkreise zu den Staubgefässen. Es fand sich in den äusseren Kreisen zuweilen nur die eine Hälfte der Anthere ausgebildet, oder sogar auch nur ein Seitentheil der obersten Spitze eines Filamentes trug Rudimente einer Anthere mit Pollenkörnern. Die Filamente und die Staminodien haben bis auf die zahlreichen Gänge, welche hier nicht vorhanden sind, denselben Bau wie die von *Limnocharis*. Die Epidermiszellen des oberen Theiles der Staminodien ragen papillenartig hervor und besitzen äusserst dünne Membranen; sie sind von einer in ihnen befindlichen wasserhellen Flüssigkeit straff ausgespannt und erscheinen auf den ersten Blick als kleine abgesonderte Tröpfchen. Der Zellinhalt der Staminodien giebt mit der Fehling'schen Lösung die Traubenzuckerreaction. Wir haben demnach die Staminodien als ein strahlenförmiges Nectarium anzusehen. Es erinnert das Auftreten der Staminodien bei *Hydrocleis* und *Limnocharis* an das Vorkommen derselben bei *Stratiotes aloïdes* nach Rohrbach[1], bei welcher auch ein nachträgliches Wachsthum der unteren Blüthenachsenzone stattfindet.

Bei der weiteren Entwicklung der Staubgefässe von *Limnocharis* wachsen die Filamente der äusseren, später entstandenen bedeutend in die Länge, sodass die inneren Stamina von den äusseren in der Knospenlage überragt werden. Der Pollen ist rund, die Exine mit sehr kleinen, punktförmigen Wärzchen besetzt.

Die Anlage des Gynäceums erfolgt verhältnissmässig früh, weit eher als alle Staubgefässe angelegt sind. Schon wenn die ersten neun Staubgefässe deutlich hervortreten, und die nächsten eben sichtbar werden, hat sich die centrale Blüthenachse deutlicher abgesetzt und man erkennt die ersten Anlagen zu Fruchtblättern. Zunächst entstehen auch hier wiederum vor den Kelchblättern drei oder vier flache Erhebungen; dieses zeigt eine in Figur 29 (*g*) wiedergegebene Oberansicht. Bald darauf haben sich rings um die obere Blüthenachse Anlagen zu Fruchtblättern gebildet. Wir sehen, dass auch hier das Wachsthum auf der sepalen Seite dem auf der petalen voraus ist. Die Fruchtblattanlagen vor den Kronblättern entstehen also etwas später und liegen auch etwas tiefer (Fig. 30 g_2), was wohl mit der dreikantigen Gestalt der Blüthenachse zusammenhängt, indem sich dieselbe nach den Kronenblättern hin etwas abflacht. Dieser Höhen- und Grössenunterschied gleicht sich aber bald bei weiterer Entwicklung aus (Fig. 31), sodass wir einen einfachen Kreis von vierzehn und mehr (ich zählte meist achtzehn) Fruchtblättern haben. Ohne hier auf eine nähere Entwicklungsgeschichte des Gynäceums einzugehen, sollen nur die Vorgänge der äusseren Gestaltveränderung desselben Erwähnung finden. Die flachen Erhebungen der Karpellanlagen setzen sich nach den Staubgefässen hin schärfer ab, während sie nach dem Scheitel der Blüthenachse hin allmählich verlaufen. Bei weiterer Entwicklung platten sie sich etwas ab, und es entstehen auf ihnen Grübchen, die Anlagen zu den Fruchtknotenhöhlen. Diese Einsenkungen werden immer deutlicher, indem die Umwallungen derselben weiter emporwachsen und auch weiter an dem Achsenscheitel hinaufgreifen. Eine Ober- oder Seitenansicht zeigt uns jetzt die Karpelle in Form von Hufeisen. In der Folge erscheint die Blüthenachse immer flacher und tritt allmählich zurück, da die Wände der Höhlungen mehr und mehr nach dem Scheitel der Blüthenachse hinaufwachsen, wie es in Figur 31 zu sehen ist. Gleichzeitig nähern sich die Wände je eines einzelnen Karpells, und die Oeffnungen der Höhlungen werden immer kleiner; schliesslich verwachsen die Ränder je eines Fruchtblattes für sich, sodass in einer älteren Blüthe ein solches leicht isolirt werden kann. Die Karpelle überwachsen den Achsenscheitel nur sehr wenig. Auf ihrer oberen Spitze entwickeln sich keine besonderen Griffel, sondern direct die sitzenden Narben in Form von kleinen Wülsten, die etwas auseinander weichen für die Oeffnung des Leitungsweges und kleine papillenartige Auswüchse zeigen. Auf den beiden seitlichen Innenwänden jedes Karpells bilden sich zahlreiche Samenknospen wie auch bei *Hydrocleis* und wie nach Buchenau bei *Butomus*[1], also nicht wie gewöhlich bei den Monocotylen an den Karpellrändern. Die Knospenkerne sind mit zwei Integumenten umgeben und sitzen auf langem Funiculus. In Figur 33 ist ein schon weiter entwickeltes Gynäceum abgebildet; *nn* sind die Narben mit den Oeffnungen für die Leitungswege.

---

[1] Beiträge zur Kenntniss einiger Hydrocharideen. Abhdlg. der Naturf. Gesellschaft zu Halle. XII. Bd. S. 97 u. 98.

Wie bei manchen monocotylen Pflanzen, so finden sich auch bei *Limnocharis* und *Hydrocleis* schuppenartige Blattgebilde, welche wir mit Irmisch[2]) *squamulae intravaginales* nennen. Dieser macht auf solche auch bei *Stratiotes* und *Hydrocharis* schon aufmerksam. Bei den hier untersuchten Pflanzen sind sie mehr oder weniger gleich. Es sind dieses einzelschichtige, schuppenartige Gewebebildungen, welche die jüngeren Knospenanlagen des Blüthenstandes umgeben; auch in den Achseln der jungen Laubblätter des oben erwähnten vegetativen Sprosses der Blüthenstände treten sie auf. Auch fand ich die jüngsten Blüthenstände vollständig davon eingehüllt. Bei weiterer Entwicklung der genannten Organe gehen die Squamulä allmählich zu Grunde. Sie werden aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von neben einander liegenden Zellreihen gebildet und stehen ohne regelmässige Anordnung. Oft findet man mehrere Schichten von diesen Gebilden hintereinander, die dann zuweilen dachziegelartig angeordnet sind. Was ihre Entstehung betrifft, so treten sie, soweit ich es verfolgt habe, in den Achseln zwischen Blüthenknospen

---

1) Flora 1857. S. 248.

2) Ueber das Vorkommen von schuppen- oder haarförmigen Gebilden innerhalb der Blattscheiden bei monocotylischen Gewächsen in Bot. Ztg. 1858 S. 177.

und Stützblatt als Ausstülpungen der Epidermis hervor. Entweder wächst nur eine einzige Epidermiszelle, oder es wachsen mehrere in einer Reihe kugelig hervor und vermehren sich rasch durch Theilung. Die unteren Zellen sind kürzer und inhaltsreicher als die oberen, welche langgestreckt und durchsichtig sind. Das weitere Wachsthum scheint also durch Theilung der basalen und Streckung der oberen Zellen zu erfolgen. Die obere Endzelle einer jeden Zellreihe ist etwas kugelig verdickt. Eine Differenzirung von Gefässbündel findet nicht statt. Die Squamulä sondern, besonders in ihren jüngeren Stadien, eine zähe schleimige Flüssigkeit ab, wie es auch sehr deutlich bei dem frischen Material von *Hydrocleis* zu erkennen ist. Die weitere biologische und physiologische Bedeutung derartiger Gebilde, wie sie z. B. auch bei *Butomus* und *Alisma*[1]) vorkommen, ist noch näher festzustellen.

Die Entwicklungen der Blüthen von *Hydrocleis nymphoïdes Buch.* und *Limnocharis Plumieri* sind einander sehr ähnlich. Bei denselben entsteht zunächst eine ringwulstartige Verbreiterung der unteren Blüthenachsenzone. Diese verläuft bei *Hydrocleis* gleichmässiger als bei *Limnocharis;* auch ist der Blüthenvegetationskegel der ersteren gestreckter und höher. Beiden Pflanzen ist die akropetale Entstehungsfolge[2]) der Staubgefässe eigenthümlich, welche für *Hydrocleis* schon Chatin a. a. O. erwähnt. Von regelmässig mit den übrigen Blüthentheilen alternirenden Staubblattkreisen kann hier keine Rede sein, da diese nicht im Anschluss an jene, sondern durch den anfangs entstandenen Ringwulst hoch über ihnen stehend sich entwickeln; es handelt sich also nur um die Anordnung der Staubgefässe unter sich.

Bei *Hydrocleis* entstehen die ersten sechs Staubgefässe, von denen je zwei vor den Kelchblättern liegen, zu gleicher Zeit, ebenso entwickeln sich die weiter nach unten folgenden immer gleichzeitig zu je sechs. Wir müssen also hier die Staubgefässe in fünf unter sich alternirenden sechsgliedrigen Kreisen stehend betrachten (Diagramm Fig. 34), welche bei späterem Wachsthum sich mehr oder weniger in drei zusammenschieben. An dieselben schliessen sich nach unten eine Anzahl unter sich alternirender Staminodien an. Im Gynäceum habe ich nur einen Kreis unterscheiden können.

Solche Staubblattkreise kann man bei *Limnocharis* nicht direct annehmen. Bei dieser Pflanze ist das Wachsthum an der Blüthenknospe kein so regelmässiges wie dort; wenn auch ein spiralig um die Blüthen-

---

1) Buch., Engler. Bot. Jhrb. Bd. II. S. 467 ff. Irmisch l. c. S. 178.

2) Ueber die akropetale Entstehungsfolge überhaupt vergl. die Ausführungen in K. Goebel's Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Ztg. 1882, S. 286 ff.

achse herumlaufendes Wachsthum nicht direct festzustellen ist, so könnte man ein solches doch eher annehmen als ohne Weiteres eine so regelmässige Anordnung der Staubgefässe in Kreise wie bei *Hydrocleis.* Die vor den Kelchblättern gelegenen Theile der Blüthenachse sind im Wachsthum gegenüber denjenigen vor den Petalen bevorzugt. Wenn dieses Verhältnis schon in der Verbreiterung der Blüthenachse auftritt, was hier wohl auch mit der dreikantigen Gestalt der letzteren zusammenhängt, so wird es aber sehr deutlich in der Entstehungsfolge der Staubgefässe. Zunächst sehen wir vor dem einen Kelchblatt drei Staubgefässe auftreten, dann erst auch vor den beiden anderen. Hierauf erscheinen die ersten Staubgefässe vor den Kronenblättern, welche mit den ersteren anfangs nicht genau auf derselben Höhe stehen, späterhin aber mit denselben einen einheitlichen Kreis bilden. Wenn die ersten Kronstaubgefässe sich differenziren, werden auch die nächsten Staubgefässe vor den Kelchblättern sichtbar; mit den zweiten Kronstaubgefässen treten auch schon die dritten Kelchstaubgefässe auf. Man kann also rücksichtlich der Entstehungszeit sepale und petale Staubgefässgruppen unterscheiden. Vor den Kelchblättern haben wir dann eine gewöhnliche Anschlussfigur von je drei, vier, fünf Staubgefässen (Fig. 31; 1, 2, 3), während wir vor den Kronblättern nur zwei mit einem noch folgenden Staubgefäss vorfinden (Fig. 30; st_2 u. *a*). Eine solche scharfe Gruppirung der Staubgefässe können wir aber nicht treffen mit Rücksicht auf deren Stellung. Dass die ersten Kronstaubgefässe anfangs etwas tiefer stehen als die ersten neun Kelchstaubgefässe ist entschieden nur der auch nach den Petalen hin etwas abfallenden, dreikantigen Blüthenachse zuzuschreiben. Auch der Umstand, dass nicht regelmässig zwei Staubgefässe von Anfang an vor den Kronblättern angelegt werden, sondern dieses lediglich von den Raumverhältnissen abhängt, lässt eine andere Anordnung der Stamina zutreffender erscheinen, nämlich die in Kreise, welche auch in der That sehr bald bei schärferem Hervortreten der ersten Kelch- und Kronstaubgefässanlagen sich bilden. Auf diese Annahme ist man auch durch den Vergleich mit *Hydrocleis* hingewiesen. An diesen ersten Kreis von 13, 14 oder 15 (meist 15) Staubgefässen schliessen sich dann weitere mit ihnen alternirende nach unten hin an, bis der ganze Blüthenboden mit solchen besetzt ist. Die Anlagen der drei obersten, meist 15-gliedrigen Kreise werden zu fertilen Staubgefässen, während nach unten hin sich noch drei mehrgliedrige Kreise von Staminodien (Fig. 32) bilden. Die unterste Reihe vor den Kelchblättern steht hier wie auch bei *Hydrocleis* auf gleicher Höhe mit den Kronblättern. Im Gynäceum sind besonders der zeitlichen Enstehung folge nach auch zwei Kreise zu unterscheiden, der im Diagramm (Fig. 35) dunkel angelegte ist der erste.

Was nun die Blüthengestaltung von *Limnocharis* und *Hydrocleis* im Vergleich mit den ihnen verwandten Gliedern der *Butomaceen* und

Alismaceen betrifft, so unterscheidet sie sich zunächst von allen durch die akropetale Entwicklungsfolge der Stamina, von den ihnen nächstverwandten *Butomus umbellatus* und *Alisma Plantago* durch die Vermehrung innerhalb des Andröceums. Neigung zu einer solchen Vermehrung scheint aber auch bei *Butomus umbellatus* vorhanden sein, wie Buchenau beobachtet hat[1]). Eichler nimmt allerdings hier statt eines paarigen Dédoublements eine Spaltung in drei Staubgefässe an[2]). Auch haben wir bei *Butomus* wie bei *Limnocharis* zwei Kreise von Karpellen; während aber der Unterschied derselben bei der letzteren sich bald ausgleicht, sind die drei dem äusseren Wirtel angehörigen Karpelle bei *Butomus* auch in ihrer weiteren Ausbildung voraus[3]). *Limnocharis* hat mit *Alisma* die Vermehrung im Gynäceum gemeinsam, unterscheidet sich aber von ihr durch die ungleichzeitige Anlage der einzelnen Glieder derselben. Eine Vermehrung auch in dem Andröceum findet statt bei *Sagittaria*, bei welcher nach Buchenau die Staubgefässe wirklich spiralig zu stehen »scheinen«[4]).

Endlich sei noch kurz der in der Familie der *Butomaceen* und *Alismaceen* häufig angewendeten Dédoublementstheorie[5]) Erwähnung gethan. Auf den Werth bezw. Unwerth derselben hat Goebel schon in zutreffendster Weise in verschiedenen Arbeiten hingewiesen[6]). Auch findet er bei seinen Untersuchungen über *Alisma Plantago*, *Butomus umbellatus* und *Sagittaria sagittaefolia* »klare Beispiele« gegen diese Theorie und widerlegt direct die dort gemachte Annahme eines Dédoublements[7]). Bei den hier untersuchten *Butomaceen* finden sich ebenfalls keinerlei stützende Anhaltspunkte für die erwähnte Theorie. Bei *Hydrocleis* entstehen alle Stamina selbstständig und ebenso bei *Limnocharis*, bei welcher es mir anfangs nur den Anschein einer Spaltung hatte, ich aber doch auch, wie oben ausgeführt, eine selbstständig Entstehung der einzelnen Stamina für sich annehmen muss. Vielleicht könnte man geneigt sein, Dédoublement bei den meist zu zwei entstehenden Staubgefässen vor den Kronblättern anzunehmen. Hier hängt aber die Entwicklung von je zwei oder einem Staubgefäss lediglich von den Raumverhältnissen ab; wir haben schon oben erwähnt, dass nämlich dort, wo anfangs nur 1 Stamen an-

---

1) Flora 1857 S. 246.

2) Blüthendiagr. S. 101.

3) Das. S. 247.

4) Alismaceen. Engler-Prantl, Natürl. Pflzfam. 1889, II. Theil. I. Abth. S. 228

5) Eichler, Blüthendiagr. S. 100 u. 101. Buchenau. Alism. S. 228 und Butom. S. 233. Obgleich in Buch.'s Blüthenentwicklung von Alisma u. Butomus l. c. S. 242 u. 246 alle Stbgf. selbstständig entstehen.

6) Goebel, Vergl. Entwicklgsgesch. der Pflanzenorg. in Schenk's Handbuch der Botanik Bd. III. S. 297 u. 298. Ders., Grdz. der Botanik u. allgem. Pflanzenmorphologie. Leipzig 1882. S. 472 ff.

7) Goebel, Beitr. zur Morph. l. c. 407.

gelegt wird, späterhin häufig noch ein zweites auftritt. Bis jetzt ist also die Dédoublementstheorie durch Fälle aus den Familien der *Alismaceen* und *Butomaceen* nicht direct bewiesen und kann daher auch eben nur als eine sehr zweifelhafte Hypothese betrachtet werden, wenigstens innerhalb dieser Familien.

III. Eriocaulaceae.

(*Eriocaulon* und *Päpalanthus.*)

Die *Eriocaulaceen* sind bis jetzt, soviel ich aus der Litteratur ersehen, noch in keiner Weise entwicklungsgeschichtlich untersucht worden. Diese, von Eichler auch wohl als die Compositen unter den Monocotylen bezeichnet, sind meist kleinere Pflanzen, welche in einer grossen Anzahl von Arten in den Tropen an feuchten, sumpfigen Orten vorkommen, einige derselben sind auch fluthend. Die umfangreichste und sorgfältigste Arbeit über diese Familie hat Fr. Koernicke[1]) herausgegeben, welchem dann spätere Sammler meist gefolgt sind. Auch Hieronymus' Darstellung in Engler-Prantl »Natürliche Pflanzenfamilien« basirt »fast ganz« auf den Untersuchungen Koernicke's[2]). Derselbe giebt auch hier eine übersichtliche Zusammenstellung der vorhandenen Litteratur über die *Eriocaulaceen.* Auf die einzelnen Werke näher einzugehen, hat für unsere Untersuchung keinen Werth, da das in der Litteratur gegebene Thatsachenmaterial wenig Verschiedenes aufweist. Zur Untersuchung lagen einige *Eriocaulon*-Arten und eine *Päpalanthus*-Art[3]) vor, deren nähere Bestimmung speciell für unsere Zwecke von keinem grossen Interesse ist, da nur allgemeine Gesichtspunkte für die Blüthengestaltung der *Eriocaulaceen* aufgestellt werden sollen. Es kann nicht die Absicht des Verfassers sein, im Folgenden eine in jeder Weise erschöpfende Entwicklungsgeschichte dieser Familie zu geben, wozu schon das Material nicht hingereicht hätte; das Mitzutheilende dürfte aber doch einen Beitrag zu einer eingehenderen Kenntniss der Blüthengestaltung in dieser Familie bilden.

Die hier zunächst untersuchte *Eriocaulon*-Art hat mit wenigen geringen Unterschieden, die sich auf die Behaarung der Laub- und Blüthenstützblätter beziehen, denselben Habitus wie die von Koernicke unter *Eriocaulon setaceum*[4]) beschriebene Art. Während die Laubblätter und Blüthenstützblätter bei *Er. setaceum* als kahl angegeben werden, fand ich sie bei der vorliegenden Art wenigstens in jüngeren Stadien be-

---

1) Fr. Koernicke, Eriocaulacearum monographia. Linnaea. Bd. XXVII. (1857).

2) G. Hieronymus, Eriocaulaceae l. c. II. Theil. 4. Abth. S. 21.

3) Erstere auf Ceylon, letztere in Brittisch Guiana von Herrn Prof. Goebel gesammelt.

4) l. c. S. 564.

haart. Diese Haare scheinen sich allerdings bei den älteren Pflanzentheilen zu verlieren. Der langgestreckte, nicht verzweigte Stengel ist dicht mit dünnen, röhrenförmigen, einnervigen Blättern besetzt und trägt an seinem unteren Ende kurze, einfache, haarförmige Würzelchen. Die Blätter sind in ihren jüngeren Stadien, also besonders die um die Stengelspitze herumstehenden, mit zahlreichen, knieförmig nach oben gebogenen, stark verkieselten Haaren besetzt. Diese bestehen aus zwei kurzen Basalzellen und einer längeren Endzelle. Die zweite Basalzelle ist meist kugelig verdickt. An der Stengelspitze befinden sich ausserdem noch dicht zusammenstehende, lange Wollhaare, welche dort die Zwischenräume zwischen den Blättern vollständig ausfüllen.

Die Blüthenstände sind in ihren jüngeren Entwicklungsstufen ganz und gar von diesen Wollhaaren wie von einem dichten Filz eingehüllt, wie in Figur 36 ein solcher abgebildet; *k* ist das Blüthenköpfchen, *w* die Wollhaare und *r* ein Theil eines röhrenförmigen Blattes mit den knieförmig nach oben gebogenen, kurzen Haaren. Zuerst bemerken wir an der Stelle, wo sich eine Inflorescenz entwickeln wird, einen bald sichelförmig werdenden Wulst, dessen Convexität nach dem Stengelvegetationspunkt hin gerichtet ist. Dieser Wulst streckt sich in die Höhe, und seine beiden Endspitzen greifen weiter aus, sodass die eine die andere etwas überdeckt. Jetzt ist auch die erste Anlage zur Inflorescenz sichtbar geworden, nämlich als flacher Höcker, der sich bald kugelig emporwölbt. Der sichelförmige Wulst entwickelt sich weiter zu einem scheidenförmigen Vorblatt, welches in adossirter Stellung anfangs den jungen kugeligen Blüthenstand vollständig einhüllt (Fig. 36 *v*). Die Vorblätter sind in den jüngeren Stadien besonders nach dem Grunde hin mit knieförmigen Haaren bedeckt, die sich später mehr oder weniger verlieren. Am Grunde der kugeligen Inflorescenz entstehen vier Höcker, die sich rasch zu halbmondförmigen Wülsten erweitern, bald blattartige Gestalt annehmen und sich zu Hüllblättern des Blüthenstandes entwickeln. Später schliessen sie denselben vollständig ein. Wenn diese Hüllblätter noch die Gestalt von Wülsten haben, treten schon weitere Veränderungen an der Inflorescenzachse auf. An derselben entstehen ringsum auf die Hüllblattanlagen nach oben folgend eine Anzahl Höcker, die sich ebenfalls bald blattartig verbreitern; in der Achsel der letzteren differenzirt sich je eine weitere flache Hervorwölbung. Die ersteren Höcker entwickeln sich zu Brakteen, die letzteren zu Blüthen. Die anfangs kugelige Anlage des Blüthenköpfchens flacht sich mehr ab und wächst in die Breite. Alternirend mit den zuerst entstandenen Brakteen und ihren Blüthenanlagen entwickeln sich nun in aufsteigender Spirale nach dem Vegetationsscheitel hin weitere Anlagen, bis die Oberfläche der Inflorescenzachse damit bedeckt ist. Die Blüthenköpfchen werden nun auf den sich entwickelnden Stielen weit über die röhrenförmigen Blätter emporgehoben. Je nach den verschiedenen Entwicklungsstufen der Köpfchen sind deren Stiele ungleich lang. Die Blüthenstände werden von nur vier, von Anfang an schon sterilen Hüllblättern umgeben. An älteren Köpfchen findet man häufiger auch noch einige von den äussersten Blüthenanlagen verkümmert, sodass die einschliessenden Hüllblätter in grösserer Anzahl erscheinen. Eine jüngere Inflorescenz ist in Figur 37 wiedergegeben, *h* sind die einschliessenden sterilen Hüllblätter, *b* die Brakteen mit den Blüthenanlagen *f*. Die Blüthenbrakteen zeigen ein sehr intensives Wachsthum und überdecken schon frühzeitig die in ihren Achseln entstandenen Höcker.

Ein solcher Blüthenhöcker streckt sich bei weiterem Wachsthum und nimmt walzenförmige Gestalt an. Optische Längsschnitte durch jüngere Blüthenanlagen sind in Figur 38 abgebildet; *v* ist der Vegetationsscheitel des Blüthenköpfchens, f_1 f_2 f_3 jüngere aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien von Blüthen mit ihren Brakteen b_1 b_2 b_3, welche dieselben schon vollständig überdecken. Die Blüthenanlage f_1 ist noch ein kugelförmiger Höcker, f_2 ist bereits mehr walzenförmig, f_3 zeigt schon bei *s* die ersten Kelchblattanlagen. An dem unteren Theile der Blüthenachse entstehen drei flache Hervorwölbungen, die eine nach der Inflorescenzachse hin gelegene ist etwas kürzer und niedriger. Es sind dieses die ersten Anlagen zu den Kelchblättern. Diese drei Kelchblattanlagen sind nicht scharf von einander getrennt, indem ihre seitlichen Spitzen sehr bald einander berühren. Die Blüthenachse ist also frühzeitig von einem basalen Kelchring umgeben; dieser lässt die Anlagen der einzelnen Kelchblätter nur durch die oberen etwas ausgeschweiften Randpartieen erkennen. Nun sieht man an der Blüthenachse vor den Medianen der drei Kelchzipfel nahe der Insertionsstelle derselben je eine sehr sanfte Wölbung auftreten, die Anlagen zu den sepalen Staubblättern. Gleichzeitig, ein Zeitunterschied ist nicht mit Sicherheit festzustellen, macht sich eine weitere Veränderung an der Blütenachse bemerkbar, und zwar vor den Berührungs- bezw. Verwachsungsstellen der Kelchblätter, also an den mit den sepalen Staminalanlagen alternirenden Stellen. Hier setzt sich die Inflorescenzachse gegen den Scheitel schärfer ab, indem sie sich dicht unterhalb desselben stärker hervorwölbt. Diese Wölbung erstreckt sich hinab bis zur Insertionsstelle des Kelchringes, sodass hier je ein Längswulst entsteht. Eine seitliche Ansicht, wie sie Figur 39 wiedergibt, zeigt uns, dass die Oberflächenlinie, die diesen Wulst (*w*) an der Aussenseite begrenzt, grade und fast senkrecht nach unten verläuft, während sie sich von dem Achsenscheitel schon deutlicher unter fast rechtem Winkel absetzt, st_1 sind die sepalen Staubgefässanlagen. Wenn diese schon deutliche Höckerform, und der obere Theil des Längswulstes eine schräg nach oben gehende Wachthumsrichtung angenommen haben, differenzirt sich am Grunde des Längswulstes eine kleine Gewebepartie. Dieser untere Theil des Wulstes tritt nun immer deutlicher hervor, verbreitert sich allmählich und nimmt mehr und mehr Blattform an, während sich der obere grössere Theil des Wulstes zum Staubgefäss ausbildet. Die inneren Perigonblätter entstehen hier also mit den ihnen anteponirten Staubblättern aus einem einheitlichen Primordium. Die sepalen Staubgefässe stehen auf gleicher Höhe mit dem inneren Perigonkreis. Die Entwicklung des inneren Staubblatt- und Perigonkreises aus je einem gemeinsamen Wulst ist an den abgebildeten Stadien in den Fig. 40—42 zu verfolgen; *st*$_2$ die inneren Staubgefässe, *p* das innere Perigon. Wenn die Kronblätter etwas deutlicher hervortreten, bemerken wir auch die ersten Anlagen des Gynäceums. Es entstehen den Kelchblättern opponirt an dem Rande des Vegetationsscheitels, der nur wenig mehr gewachsen ist, drei Wülste. Diese berühren einander bald, ihre Rückentheile wachsen stark in die Länge, sodass der Vegetationsscheitel sehr frühzeitig von den Fruchtblättern überwölbt wird. Dieses zunächst der äussere Vorgang der ersten Entwicklung des Gynäceums. Näher auf dieselbe einzugehen, werden wir weiter unten Gelegenheit haben.

Bis zu diesem Entwicklungsstadium (Fig. 41) ist die Gestaltung aller Blüthen des Köpfchens dieselbe; es sind also alle Blüthen ihrer Anlage nach Zwitterblüthen. Von nun an aber bleibt bei den einen Blüthen das Gynäceum auf seiner Entwickelungsstufe stehen oder tritt wenigstens in seiner Weiterentwicklung bedeutend zurück gegen die des Andröceums, bei den andren Blüthen findet das Umgekehrte statt. Es entwickeln sich also fortan männliche und weibliche Blüthen getrennt auf demselben Köpfchen.

Die später als männlich auftretenden Blüthen entwickeln sich derart weiter, dass die Kelchblätter der fertigen Blüthe als eine nach hinten bis über die Hälfte geschlossene, nach vorn offene, dreizipflige Spatha erscheinen. Diese ist auf der Rückenseite nach den Spitzen hin mit kurzen, knieförmigen Kieselhaaren besetzt; die Randzellen sind meist zu sichelförmigen Haaren ausgewachsen. Die inneren Perigonblätter erscheinen als Anhängsel am Grunde der Filamente des inneren Staubblattkreises und zeigen nur eine schwache Entwicklung. Sie erreichen die Länge der Filamente der ihnen anteponirten Staubgefässe. Die Epidermiszellen der Innenseite bilden sich zu längeren Haaren aus. Die inneren drei Staubgefässe überragen die äusseren drei etwas. Das Gynäceum ist in seiner Entwicklung zurückgeblieben, aber in der fertigen Blüthe als dunkelbraunes, drüsenähnliches Organ noch sichtbar. Es sei hier noch auf einen besonderen Wachsthumsvorgang in der männlichen Blüthe aufmerksam gemacht. Je mehr die Antheren ihrer Reife entgegengehen, desto mehr werden die inneren Theile der Blüthe, welche zunächst in jüngeren Zuständen sich tief unten in der sie weit überragenden Kelchspatha befinden, emporgehoben, sodass sie bei der Reife aus derselben hervorragen. Dieses wird nun bewirkt theils durch ein energisches, interkalares Wachsthum und Streckung der Zellen des direkt über der Kelchinsertion gelegenen Theiles der Blüthenachse, theils durch bedeutende Streckung der Zellen der Filamente mit ihren basalen Anhängseln. Koernicke gibt nun für *Er. setaceum* und viele andere Arten an, dass die Kronblätter in einen »tubum farctum« verwachsen seien. Bei der Betrachtung nur älterer Blüthen erscheint das Innere derselben allerdings als eine keulenförmige »massive Röhre«, wie auch Hieronymus angibt. Genauere Untersuchung lässt jedoch erkennen, dass die Kronblätter mit ihrer Basis nicht die Filamente des mit ihnen durchaus auf derselben Höhe stehenden äusseren Staminalkreises umfassen, sondern, wie Fig. 43*p* zeigt, seitlich dicht neben ihren zugehörigen Filamenten nach dem Innern der Blüthe verlaufen. Auch ist durch die eigenartige Entwicklung des inneren Perigon, besonders aber seine Stellung zum äusseren Staubblattkreis eine solche Verwachsung der Perigonzipfel in eine »massive Röhre« nicht gut denkbar. Uebrigens findet man solche Streckung der unteren Blüthenachse auch bei der weiblichen Blüthe, wodurch die Staubgefässrudimente beträchtlich von einander entfernt werden.

Bei der Weiterentwicklung der später als weiblich fungirenden Blüthen verwachsen die seitlichen grösseren Kelchblätter nach vorn zu einer bis fast zur Hälfte geschlossenen Spatha; nach hinten sind sie dagegen mit dem kleineren Kelchblatt nur bis zum unteren Rande des Gynäceums verwachsen. Die Kelchzipfel sind auch, wie die der männlichen Blüthen, besonders nach der Spitze hin mit zahlreichen knieförmigen Kieselhaaren besetzt; die randständigen Haare sind sichelförmig. Das innere Perigon ist stärker ausgebildet als in der männlichen Blüthe und wird gebildet von drei spatelförmigen Blättern, von welchen das vordere etwas kleiner ist. Die Kronblätter sind auf der Innenseite mit langen mehrzelligen Haaren bedeckt. Nach der Spitze werden diese kürzer und gehen über in randständige, hakenförmige Kieselhaare. Das Androeceum ist auf einer gewissen Entwicklungsstufe stehen geblieben und sind die Staubgefässe, welche anfangs normal vorhanden, allmählich zusammensgechrumpft aber noch deutlich auch in der fertigen Blüthe sichtbar, wenigstens nach Verfolgung der Entwicklungsgeschichte. Dass Koernicke nichts von einem Androeceum in der weiblichen Blüthe erwähnt und Eichler[1]) von einer spurlosen Verkümmerung desselben spricht, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass beide Forscher nur fertige Blüthen untersucht haben. In der in Fig. 44 abgebildeten weiblichen Blüthe sehen wir das Androeceum (*st*) noch deutlich; *p* sind die inneren Perigonblätter, die äusseren sind entfernt. Durch obige entwicklungsgeschichtliche Untersuchung haben wir also festgestellt, dass alle Blüthen des Köpfchens bis zu einer gewissen Entwicklungsstufe zwittrig sind, dass sich bei den einen nur das Gynäceum, bei den andren nur das Androeceum normal ausbildet.

---

1) Blüthendiagramm. S. 137.

Zum Vergleich wurden noch einige andre *Eriocaula* und eine *Päpalanthus*-Art untersucht, hauptsächlich um hier die Entstehung des inneren Perigon- bezw. Staubblattkreises und den Ursprung der Samenknospen zu verfolgen.

Es liegen noch zwei *Eriocaulon*-Arten vor, welche beide in ihren Blüthentheilen wie die obige nach der Dreizahl aufgebaut und in der Anlage zwittrig sind. Im Wesentlichen bieten sich uns dieselben Entwicklungsbilder wie bei dem ersten *Eriocaulon.* Beide jetzt zu betrachtende Arten sind etwas zygomorph gebaut. In Figur 45 ist ein Stadium der einen-Art abgebildet, welches dem in Figur 39 wiedergegebenen ungefähr gleichkommt. Hier ist auch die Blüthenbraktee mit zahlreich sich entwickelnden Haaren vorhanden. Wir sehen, dass die Wülste *w*, aus denen der innere Perigon- und Staubblattkreis entsteht, noch vollständig einheitlich sind. Bei der folgenden Art tritt die Zygomorphie deutlicher hervor. Es sind schon etwas weiter entwickelte Stadien derselben abgebildet. Die Figuren 46 und 47 zeigen zwei Entwicklungsstufen für die beiden in Rede stehenden Kreise. In der ersteren Abbildung ist eine Theilung (*p* und st_2) des Primordialwulstes aufgetreten, während in der letzteren das innere Perigon *p* nur noch als Rückenanhängsel des Filamentes des ihm anteponirten Staubgefässes st_2 erscheint. Bei beiden *Eriocanlon*-Arten sind die Kronenzipfel nur wenig entwickelt und lösen sich an ihrer Spitze in Haare mit stark spiralig verdickten Zellwänden auf. Bei beiden finden sich auch auf den inneren Perigonzipfeln kleine, dunkelbraun gefleckte Drüsen; dieselben entwickeln sich schon sehr frühzeitig und sind wahrscheinlich Nektarien. Nach Eichler sind sie »nichts weiter als eine paracorollinische Effiguration[1]«. Die Annahme Kunth's, dass die Drüsen Staubgefässrudimente seien, weist Koernicke nach Eichler »mit Recht« zurück; in der That liegen in der Entwicklung auch keine Gründe für eine solche Annahme vor. Hieronymus theilt mit: »Die oft ungleichen Kronzipfel besitzen je eine behaarte Drüse, bei manchen sind die Kronlappen sehr klein, sodass nur die Drüsen oder auch nur ein winziger Lappen an der hinteren Seite übrig bleiben«[2]. Die Drüsen der beiden vorliegenden Arten sind nicht behaart; vielleicht hat die Behaarung der Kronenzipfelspitzen zur obigen Annahme geführt, indem die Zipfel die Drüsen nicht oder nur kaum überragen, und ähnliche Verhältnisse vorlagen wie bei der in Fig. 48 abgebildeten Blüthe (*p* = innere Perigonzipfel, *d* = Drüsen).

Die Blüthenentwicklung des vorliegenden *Päpalanthus* zeigt nun für die später zu deutende Blüthengestaltung der *Eriocaulaceen* markirende Verhältnisse. An dem anfangs kugeligen, dann mehr walzenförmigen Blüthenhöcker treten die Kelchanlagen in der oben bei *Eriocaulon* geschilderten Weise auf und bilden sehr bald einen zusammenhängenden basalen Ring um den Blüthenhöcker, an welchem sich die einzelnen Kelchzipfel allmählich deutlicher herausbilden. Mit denselben alternirend entwickeln sich nun auch ähnliche Wülste wie bei *Eriocaulon*, doch verlaufen dieselben nicht wie dort (Fig. 39 u. 45 *w*) mit fast gleichmässig breiter Basis an der Blütenachse, sondern verbreitern sich mehr nach unten hin; sodass sie sich am Grunde ziemlich nähern. Von der Anlage eines äusseren Staminalkreises ist auch in der Anlage keine Spur vorhanden. Ein diese Verhältnisse zeigendes Präparat ist in Figur 49 abgebildet. Die Wülste *w* alterniren mit den Kelchzipfeln *s* und lassen hier noch keine Differenzirung erkennen. In der in Fig. 50 wiedergegebenen Entwicklungsstufe sind der innere Perigon- und der ihm anteponirte Staubblattkreis (*p* u. *st*) schon vollständig deutlich ausgebildet. Das Gynäceum ist ebenfalls schon in einem vorgeschrittenen Stadium vorhanden. Alle Blüthen dieses *Päpalanthus* sind auch von Anfang an zwittrig und verkümmern späterhin im Androeceum oder Gynäceum.

---

[1] l. c. S. 137.

[2] l. c. S. 25.

Endlich sind auch noch einige Untersuchungen über den Aufbau des Fruchtknotens der vorliegenden *Eriocaulaceen* angestellt worden. Hier ist das die Samenknospen tragende Gewebe, die Scheidewände und das anfangs in die Fruchtknotenhöhlung hineinragende Ende der Blüthenachse auf gewissen Entwicklungsstufen so eng verschmolzen, dass die Frage nach dem Ursprung der Samenknospen nicht sofort zu lösen ist. Entstehen die Samenknospen aus Gewebe, welches der Achse oder den Fruchtblättern angehört? Zur Entscheidung dieser Frage müssen wir nach einem Grundsatz verfahren, den Goebel in einer für vergleichend entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Fruchtknotenbildung höchst bedeutungsvollen Arbeit aufstellt, nämlich dem Grundsatz, zu untersuchen, »welches Areal des Blüthenbodens die Fruchtblätter gleich bei ihrem Auftreten einnehmen« [1]. Wir müssen daher auf die jüngsten Entwicklungsstufen der Fruchtknotenanlage zurückgehen. Die Entwicklung des Gynäceums ist bei den untersuchten *Eriocaulaceen* im Wesentlichen die nämliche. Sie beginnt durch die Anlage dreier mit dem inneren Staubblattkreis alternirender Höcker unterhalb des Vegetationspunktes. Diese Höcker verbreitern sich sehr rasch und treten mit einander in Berührung, sodass schon sehr frühzeitig der ganze Rand des Vegetationsscheitels verbraucht ist. Ein solches Stadium ist in Fig. 46 im optischen Längsschnitt wiedergegeben. Die Karpellanlage *g* setzt hier direkt über den äusseren Staubgefässen an und reicht schon fast bis zum obersten Gipfel der Blüthenachse. Nun rücken die Karpellränder von den Berührungs- bezw.

---

[1] Goebel, Zur Entwicklungsgeschichte des unterständigen Fruchtknotens. Bot. Ztg. 1886. S. 738.

Verwachsungsstellen aus rasch weiter nach der Achsenspitze hin vor, stossen auf derselben zusammen und bilden so die Anlagen der Scheidewände. Der Vegetationsscheitel ist nunmehr vollständig von den Fruchtblattanlagen verbraucht und von karpellarem Gewebe überzogen. Gleichzeitig wächst der Rückentheil der Karpelle stark in die Höhe, sodass auf den Fruchtblättern eine Aushöhlung entsteht und dieselben wie seitliche Taschen an der Blüthenachse angeheftet erscheinen. Durch sehr frühzeitige Anlage der Samenknospe auf jedem Karpell wird diese Aushöhlung auch sofort ausgefüllt und erscheint von oben gesehen nur noch als schmale Rinne, die vor der Mitte der Fruchtblätter schärfer hervortritt als an den Seiten, indem sie dort tiefer einschneidet und hier allmählich nach den Anlagen der Scheidewände hin verläuft. Bei den *Eriocaulon*-Arten, von welchen Präparate in den Fig. 41 und 47 abgebildet sind, erreichen die Scheidewände schon sehr frühzeitig den Gipfel des Vegetationspunktes, indem der Blüthenvegetationskegel hier sehr niedrig ist, und erhebliches Längenwachsthum auch nicht stattfindet. Sehr deutlich ist dieses Hinaufgreifen der Scheidewände an dem Vegetationsscheitel und die Taschenbildung auch an dem untersuchten *Päpalanthus* (Fig. 50) zu erkennen. Die Placenten der *Eriocaulaceen* sind also zweifellos kapellaren Ursprunges. Eine deutliche Sohlenbildung ist zwar hier durch das frühzeitige Auftreten der Samenknospen nicht sichtbar, würde aber vielleicht bei einer vergleichend entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung innerhalb der ganzen Familie zu finden sein. Auf jeden Fall erinnert die Bildung des Fruchtknotens und die Placentation der Samenknospen der *Eriocaulaceen* an die Vorgänge, welche Schaefer in seinen eingehenden Untersuchungen über Fruchtknotenbildung auch bei der Familie der *Caryophylleen* schildert[1]). Die Fruchtblätter verwachsen oben zu einem langen Griffel, der mit einer mit zahlreichen kleinen Papillen besetzten dreitheiligen Narbe endigt. Die Narben der untersuchten *Eriocaulaceen* liegen alle dorsal zu den Fächern, also über der Samenanlage, wie die in Fig. 44 abgebildete Blüthe zeigt. Ueber die Entstehung der in dieser Familie häufig vorkommenden Fruchtknotenanhängsel konnte deshalb nichts Näheres festgestellt werden, doch lassen Bilder von den verschiedenen Entwicklungsstufen der Fruchtblätter auch unsrer Arten die Erklärung Eichler's[2]) über die Entstehung dieser Gebilde den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend erscheinen.

Nach allen bis jetzt aufgezeichneten Diagrammen der *Eriocaulon*-Blüthe und den Beschreibungen der Floristen scheint es, als ob die Blüthe der *Eriocaulaceen* regelrecht und einfach nach dem gewöhnlichen Typus

---

1) Schäfer, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Fruchtknotens und der Placenta. Inaug.-Diss. Flora od. allg. bot. Ztg. 1890. S. 84.

2) l. c. S. 138.

der monocotylen Blüthe gebaut wäre. Die Diagramme[1]) zeigen in regelrechter Alternation zwei Perigonwirtel, zwei Staubgefässwirtel und einen Karpidenwirtel. Die obigen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen zeigen aber, dass dieses nicht der Fall ist, und es handelt sich nun um die Deutung der *Eriocaulaceen*-Blüthe.

Bei der *Eriocaulon*-Blüthe entsteht zunächst der äussere dreizählige Perigonwirtel; ob nun der äussere Staminalwirtel vor oder nach der Anlage der Primordien für den inneren Perigon- und Staubblattwirtel angelegt wird, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Entwicklungszustände, welche die ersten Anfänge der Kelchstamina ohne die Anlagen der Primordien zeigten, habe ich nicht gefunden, wohl aber sind die Primordien schon deutlich entwickelt, während die Glieder des äusseren Staminalkreises noch als flache Erhebungen auftreten. Diese nehmen erst deutliche Höckerformen an, wenn sich auch schon eine Differenzirung der Primordialwülste bemerkbar macht. Mit dem inneren Staubblattkreis alternirt ein dreizähliger Karpidenwirtel. Nach der Entwicklungsgeschichte sind nun der innere Perigon- und Staubblattkreis nicht als selbstständige Kreise aufzufassen, sondern als ein einziger von Phyllomen, die sich in Staubgefässe und Perigon teilen. Dieses erscheint hier nur als Anhängsel an den Filamenten der anteponirten Staubgefässe, wie auch aus den in den Figuren 47 und 48 wiedergegebenen Präparaten ersichtlich. Auch findet sich eine Abbildung in dem Werke von Le Maout et Decaisne a. a. O., welche ein einzelnes Staubgefäss mit dem verwachsenen Kronblatt zeigt. Wenn nun schon die Entwicklungsgeschichte die Auffassung des inneren Perigons und Staubblattwirtels als ein Phyllom ohne Zwang zulässt, so wird sie vollständig gerechtfertigt in dem Aufbau der *Päpalanthus*-Blüthe. Die Blüthe des untersuchten *Päpalanthus* ist einfacher gebaut. An gewissen Blüthenzuständen (Fig. 50) finden wir einen dreizähligen äusseren Perigonwirtel, mit ihm alternirt ein dreizähliger innerer Perigon- und der diesem anteponirte Staubblattwirtel, darauf folgt in regelmässiger Alternation ein dreizähliger Karpidenwirtel über dem äusseren Perigon. Auffallend ist auch die Stellung des inneren Perigons zu den Staubblättern, hier um so mehr als von einem äusseren Staminalkreis auch in der Anlage keine Spur vorhanden ist. Gerade dieses Stellungsverhältniss ist von grosser Bedeutung für die Auffassung der Zusammengehörigkeit dieser beiden Wirtel. Auch die Entwicklungsgeschichte zeigt, dass hier die inneren Perigonblätter mit den anteponirten Staubblättern aus gemeinsamen Primordien entstehen, sodass eine andre Deutung wohl kaum möglich ist. Bei *Päpalanthus* haben wir also nur drei Kreise in regelmässiger Alternation, zuerst den äusseren Perigonwirtel, dann den

---

[1]) Eichler, Blthdiagr. S. 139 u. Hieronymus l. c. S. 23. — Traité général de Botanique, Le Maout et Decaisne. S. 612.

Staubblattkreis mit den Filamentanhängseln und zuletzt einen dreizähligen Karpidenwirtel über dem äusseren Perigon (Diagramm Fig. 52). Bei *Eriocaulon* finden wir also auch mit Rücksicht auf den ihr verwandten *Päpalanthus* die Entstehung des inneren Perigons und der anteponirten Staubgefässe aus gemeinsamen Primordien bestätigt. Wie bei *Eriocaulon* aber eine regelmässige Alternation, wenn eine solche überhaupt nöthig ist, zu Stande kommt, kann vor der Hand noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Nicht vollständig ausgeschlossen ist, dass auch der äussere Perigon- und Staminalkreis nur als ein einfacher Kreis aufzufassen sind, direkte entwicklungsgeschichtliche Belege hierfür wurden allerdings nicht gefunden. Möglich ist ja auch eine entwicklungsgeschichtlich nicht nachweisbare successive Entstehung der Glieder der inneren Wirtel. Weitere vergleichend entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen innerhalb dieser Familie können darüber Aufschluss geben. Das Diagramm der *Eriocaulon*-Blüthe würde bis jetzt das in Figur 51 gezeichnete sein. Uebrigens finden sich manche Fälle einer ähnlichen eigenartigen Entwicklung von Blüthenhüllblättern z. B. bei den Monocotylen *Potamogeton*, *Ruppia* und auch bei der dicotylen Familie der *Primulaceen*. Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, dass sich eine Blattanlage in einen fertilen und sterilen Theil spaltet, gibt uns auch *Ophioglossum*.

Zum Schluss mögen nun unter Hinweis auf die obigen näheren Ausführungen noch einmal kurz die wichtigsten Resultate unsrer Untersuchungen zusammengestellt werden. Es wurden aus den drei monocotylen Familien *Cyclantheae*, *Butomaceae* und *Eriocaulaceae* einzelne Vertreter auf ihre Blüthengestaltung hin entwicklungsgeschichtlich untersucht, worüber sich bis jetzt noch keine Angaben in der Litteratur vorfinden.

1. Alle bisherigen Deutungen der Inflorescenz der *Cyclantheen Carludovica* und *Sarcinanthus* sind unhaltbar, da sie den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen. Wir haben bei den *Cyclantheen Carludovica latifolia*, *Carl. Moritziana* und *Sarcinanthus utilis* nicht, wie man seither annahm, abwechselnde männliche und weibliche Blüthen auf demselben Blüthenkolben, sondern derselbe ist von Zwitterblüthen in regelmässig spiraliger Anordnung dicht besetzt, hierzu vergleiche den in Fig. 1 abgebildeten Blüthenkolben und das in Fig. 16 aufgestellte Diagramm. Die früher als »männliche Blüthen« aufgefassten Phalangen sind nur Bündel von Staubgefässen, die zu vier das von den eigenthümlichen Organen, den Staminodien mit ihren Basalstücken, umgrenzte Gynäceum einschliessen, welches von früheren Forschern als selbstständige »weibliche Blüthe« angesehen wurde.

2. Durch die obigen Untersuchungen ist eine entwicklungsgeschichtlich begründete Erklärung für die Polygynie und Polyandrie der *Buto-*

maceen Limnocharis Plumieri und *Hydrocleis nymphoïdes Buch.* gegeben, welche bislang noch nicht bekannt war. Bei beiden Pflanzen entstehen die Staubgefässe in akropetaler Reihenfolge.

a) Die Staubgefässe bei *Limnocharis Plumieri* stehen in drei meist fünfzehngliedrigen Kreisen, woran sich noch eine grössere Anzahl von Staminodien schliessen, welche als strahlenförmiges Nektarium anzusehen sind. Das Gynäceum bildet anfangs zwei mehrgliedrige Kreise, welche bald zu einem einzigen, meist achtzehngliedrigen Wirtel zusammentreten.

b) Das Androeceum von *Hydrocleis nymphoïdes Buch.* zeigt fünf mit einander alternirende, sechsgliedrige Kreise; diese werden nach unten hin ebenfalls durch eine Anzahl von Staminodien begrenzt. Die Stamina schieben sich späterhin mehr oder weniger in drei Hauptkreise ineinander. Das Gynäceum besteht aus einem einfachen sechsgliedrigen Wirtel.

c) Die in dieser Familie häufig herangezogene Dédoublementstheorie findet auch durch die obigen Untersuchungen keine Bestätigung.

3. Durch entwicklungsgeschichtliche Thatsachen ist ein Beitrag zur eingehenderen Kenntniss der Blüthengestaltung in der Familie der *Eriocaulaceen* geliefert worden. Die Blüthen der hier untersuchten *Eriocaulon*- und *Päpalanthus*-Arten sind der Anlage nach alle zwittrig. Von einem gewissen Entwicklungsstadium an bleibt das Androeceum bezw. Gynäceum in seiner Weiterentwicklung zurück, sodass die fertigen Blüthen eingeschlechtig erscheinen; an diesen ist aber das verkümmerte Gynäceum bezw. Androeceum noch deutlich zu erkennen. Von letzterem erwähnen frühere Autoren gar nichts, oder stellen es als spurlos verschwunden hin. Nach den früher aufgezeichneten Diagrammen und den Angaben der Floristen bildet die »zwittrig gedachte«, dreizählige *Eriocaulon*-Blüthe fünf regelmässig mit einander alternirende, dreigliedrige Wirtel, dem gewöhnlichen monocotylen Typus entsprechend, und fehlt bei *Päpalanthus* nur der äussere Staminalkreis. Nach den mitgetheilten Befunden ist aber die Blüthengestaltung dieser *Eriocaulaceen* eine andre.

a) Bei den untersuchten *Eriocaulon*-Blüthen entwickeln sich das innere Perigon und der ihm anteponirte Staubblattwirtel aus einfachen Primordien. Die Kronzipfel erscheinen nur als basale Rückenanhängsel der Filamente, sind mit dem äusseren Staminalkreis in gleicher Höhe inserirt und verwachsen nicht, wie man früher durch Betrachtung nur fertiger Blüthen (männlicher Blüthen) annahm, zu einer massiven Röhre, sondern bleiben bei allen Blüthen getrennt. Dieses scheinbare Entstehen einer solchen Röhre wird nur durch besondere Wachsthumsvorgänge bedingt. Das innere Perigon und der innere Staminalkreis sind nur als ein einziger Kreis aufzufassen.

b) Der hier untersuchte *Päpalanthus* zeigt eine noch einfachere Blüthengestaltung. Von einem äusseren Staminalkreis ist auch in der Anlage keine Spur vorhanden. Das innere Perigon und die ihm anteponirten Staubgefässe entstehen ebenfalls aus einfachen Primordien, bilden also nur einen Kreis, sodass wir bei *Päpalanthus* nur drei miteinander alternirende Wirtel haben.

Figuren-Erklärung.

(Zur Unterbringung aller Figuren auf zwei Tafeln sind die Figuren mit Ausnahme von Fig. 21a, b, 22, 24 u. 27 nur in halber Grösse wiedergegeben. Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen bezeichnen die nunmehrigen Vergrösserungen).

I. Cyclantheae.

ph = Staubgefässbündel (»Phalangen«); *p* = Basalstück der Staminodien (»Perigon der ♀-blüthe«); *st* = Staminodien; *stb* = Staubgefässe; *z* = Zähne um die Staubgefässbündel; *g* = Gynäceum.

Fig. 1. (12) Junger Blüthenkolben von *Carludovica latifolia.*

Fig. 2. (38) Längsschnitt durch den oberen Theil eines jungen Kolbens. a, b, c junge Blüthenknospen.

Fig. 3. (38) Junge Blüthenknospe in der Oberansicht; die seitl. Phal. entwickelt.

Fig. 4—8. (38) Längsschnitte durch aufeinanderfolgende Entwicklungsstufen junger Blüthen.

Fig. 9. (50) Oberansicht einer jüngeren Blüthe von *Carl. Moritziana.*

Fig. 10. (20) Oberansicht des Gynäceums mit den dasselbe umgrenzenden Organen (*Carl. Moritz.*); unteres Staminodium weggeschnitten.

Fig. 11. (12) Längsschnitt durch eine fertige Blüthe (*Carl. latif.*)

Fig. 12. (38) Einzelne jüngere Phalange in der Oberansicht.

Fig. 13. (38) Aeltere Phalange; alle Staubgefässe schon entwickelt.

Fig. 14. (300) Theil eines Längsschnittes aus einem sehr jungen Seitenspross, die Anlage eines Gummiganges zeigend.

Fig. 15. (250) Spaltöffnung auf den Staminodien (*Carl. latif.*).

Fig. 16. Diagramm von *Carludovica* und *Sarcinanthus.*

II. Butomaceae.

b = Blüthe; *g* = Fruchtblatt; *l* = Laubblatt; *n* = Narbe; *p* = Kronblatt; *r* = Ringwulst um die Blüthenachse; *s* = Kelch; *sb* = Blüthenstützblatt; *st* = Staubgefässe; *w* = Verbreiterung der unteren Blüthenachse; *v* = Vegetationsscheitel.

Fig. 17. (38) Junge Inflorescenz von *Limnocharis* mit theilweise eingezeichn. Schuppen.

Fig. 18. Jüngste Blüthe einer Inflorescenz und Uebergang der letzteren in den zur veget. Vermehrung dienenden Spross mit der Anlage zweier Laubblätter.

Fig. 19. (38) Ein solcher Spross schon weiter entwickelt.

Fig. 20 (38) Junge Blüthenknospe von *Hydrocleis.*

Fig. 21 a u. b. (75) Ober- und Seitenansicht einer weiterentwickelten Blüthenknospe von *Hydrocl.*; die ersten 6 *st* angelegt.

Fig. 22. (75) Blüthenknospe von *Hydr.* mit Anlage der beiden ersten Staminalkreise und erste Anlage des Gynäceums.

Fig. 23. (10) Einzelnes Fruchtblatt von *Hydr.* mit Samenanlage.

Fig. 24. (75) Junge Blüthenknospe von *Limnoch.*

Fig. 25. (38) Opt. Längsschnitt durch eine Blüthenknospe von *Limn.*, Blüthenachse verbreitert.

Fig. 26. (38) Blüthenknospe von *Limn.* Staubgefässanlage auf einer Seite.

Fig. 27. (100) Oberansicht einer Blüthenknospe von *L.* mit den Anlagen der 9 ersten Staubgefässe.

Fig. 28. (50) Seitliche Ansicht einer solchen Knospe.

Fig. 29. (50) Blüthenknospe von *L.*, vor den Kelchblättern schon die zweiten Staubgefässe und das Gynäceum, vor den Kronblättern die ersten Staubgefässe angelegt.

Fig. 30. (38) Ansicht etwas schräg von unten einer Blüthenknospe von *L.* Gynäceum ringsherum und erste Staubgefässe vor den Kronblättern angelegt.

Fig. 31. (38) Seitliche Ansicht einer Blüthenknospe von *L.* alle 3 Staminalkreise angelegt.

Fig. 32. (12) Unterste Staubgefässe und Anordnung der Staminodien einer älteren Blüthe von *L.*

Fig. 33. (12) Seitliche Ansicht eines Gynäceums von *L.* mit Samenanlage.

Fig. 34 u. 35. Diagramm von *Hydr.* bezw. *Limn.*; der 2. Kreis des Gynäceums von *L.* dunkel angelegt.

III. Eriocaulaceae.

b = Braktee; *d* = Drüse der Kronzipfel; *f* = Blüthenanlage; *g* = Gynäeceum; *h* = Hüllblatt; *k* = Blüthenköpfchen; *p* = Kronzipfel; *r* = röhrenförmiges Laubblatt; *s* = Kelch; st_1 = äussere, st_2 = innere Staubgefässe; *w* = Primordium für Kronzipfel und Staubgefässe; *wo* = Wollhaare.

Fig. 36. (50) Junges Blüthenköpfchen in dem Vorblatt von den Wollhaaren eingehüllt (*Eriocaulon*).

Fig. 37. (50) Aeltere Inflorescenz mit Blüthenanlagen (*Erioc.*)

Fig. 38. (250) Theil eines Längsschnittes durch eine Inflorescenz mit Blüthenanlagen.

Fig. 39. (140) Blüthenknospe von *Er.* Wulst *w* noch einheitlich.

Fig. 40. (140) Etwas ältere Blüthenknospe, Kronzipfel differenziren sich.

Fig. 41. (140) Blüthenknospe von *Er.*; Kronzipfel schon deutlich; Gynäceum zeigt die Taschenbildung.

Fig. 42. (140) Blüthenknospe von *Er.*, die sich zur ♀-Blüthe entwickelt.

Fig. 43. (50) Theil einer fertigen ♂-Blüthe; Kronzipfel nicht verwachsen; Fruchtknotenrudiment ist nicht eingezeichnet.

Fig. 44. (38) ♀-Blüthe von *Er.* Staubgefässrudiment noch deutlich.

Fig. 45. (140) Junge Blüthenknospe einer *Eric.*-Art mit der Braktee.

Fig. 46. (140) Opt. Längsschnitt einer 3. etwas zygomorphen *Er.*-Art. Fruchtblatt *g* erreicht fast schon den Gipfel der Blüthe.

Fig. 47. (140) Aeltere Blüthenknospe derselben Art; Kronzipfel als Anhängsel.

Fig. 48. (38) ♂-Blüthe von *Er.* mit Drüsen.

Fig. 49. (140) Junge Blüthenknospe von *Päpalanthus;* Primordium für Kronzipfel und Staubgefässe noch einheitlich.

Fig. 50. (140) Aeltere Blüthenknospe von *Päp.* Kronzipfel, Staubgefässe angelegt. Gynäceum zeigt die eigenthümliche Taschenbildung.

Fig. 51 u. 52. Diagramm von *Eric.* bezw. *Päp.*

Litteratur.

Dr. Udo Dammer, Handbuch für Pflanzensammler. Mit 15 Textabbildungen und 13 Tafeln. Stuttgart, Verlag von Ferd. Enke. 1891. Preis 8 Mark.

Der Zweck des vorliegenden Buches ist, wie der Verf. sagt, der systematischen Botanik neue Freunde zu werben; es wendet sich zu diesem Zwecke in erster Linie an die Studirenden der Naturwissenschaften und an Lehrer, endlich auch an Pflanzenliebhaber überhaupt.

Es wird mitgetheilt: wie und was gesammelt werden soll und wie das Gesammelte aufzubewahren und zu ordnen ist; die neueren Erfahrungen und Ansprüche sind überall mitgetheilt, so dass diese Abschnitte als recht zweckdienliche und sorgfältig bearbeitete bezeichnet werden können.

Einiges, was besser weggeblieben wäre, findet sich auch schon in diesen, das Sammeln der Phanerogamen betreffenden Abschnitten, so die unzutreffende Erörterung über »Ablast« und »Abort« u. A. Viel mehr tritt die Aufnahme von nicht in ein Buch für Sammler gehörigen Dingen hervor bei den Kryptogamen.

Der Verfasser entnimmt hier eine grosse Anzahl von Angaben und Abbildungen Lürssens Handbuch. Dies ist für das Buch ein unnöthiger dasselbe nur vertheuernder Ballast. Jeder Pflanzensammler wird ohnedies im Besitz eines Hand- oder Lehrbuchs der Botanik sein müssen und in demselben die hier wiedergegebenen Dinge nachschlagen können. Dabei ist auch verschiedenes mit untergelaufen, was der Sammler sich wohl besser nicht aneignet. Dass z. B. die Bärlappe eine im Aussterben begriffene Familie seien (p. 187) dürfte doch erst nachzuweisen sein; die dem Ref. bekannten Glieder derselben scheinen sich auch in unserer Zeit recht wohl zu befinden, ebenso ist die Eintheilung der Thallophyten in Protophyten, Zygosporeen, Oosporeen und Carposporeen nicht mehr zeitgemäss, am wenigsten für den Pflanzensammler. Dagegen hätten die Angaben über das Einsammeln und Präpariren der niederen Pflanzen viel eingehender sein sollen.

Für eine zweite Auflage wäre also eine Verkürzung des Buches um etwa die Hälfte und für die niederen Pflanzen Heranziehung von Specialisten zu empfehlen, dann werden sowohl die Brauchbarkeit des für Phanerogamen schon jetzt recht empfehlenswerthen Buches als auch der Absatz desselben erhöht werden.

K. G.

Abbildungen zur deutschen Flora H. Karsten's nebst den ausländischen medicinischen Pflanzen und Ergänzungen für das Studium der Morphologie und Systemkunde. Herausgegeben von R. Friedländer & Sohn. Berlin 1891. Preis 3 Mark, in Leinenband geb. 4,20 Mark.

Der Gedanke, von dem die vorliegende Publikation ausgeht, ist wohl der, dass es erwünscht sei, gute Abbildungen möglichst zugänglich zu machen; ein Gedanke, der gewiss berechtigt ist, da in der botanischen Litteratur an guten und zu billigem Preise zugänglichen Abbildungen durchaus kein Ueberfluss herrscht. Den Karsten'schen Bildern lässt sich nun freilich dies Prädikat keineswegs durchgehends ertheilen, vor Allem nicht denen der Kryptogamen.

Bei den Pilzen z. B. müssen die meisten Abbildungen der Hyphomyceten als wenig lehrreich bezeichnet werden, von anderen Bedenken (vgl. die Abbildungen, welche »Exobasidium« und »Actinomyces« vorstellen sollen!) ganz abgesehen. Wenn ferner z. B. in Fig. 93 an zwei Spirogyrafäden zugleich die normale, die Rhynchonema-Copulation und (in einer anderen Zelle desselben Fadens!) die Zygosporenkeimung dargestellt wird, so ist dies mehr als man von einer Spirogyra verlangen kann.

Bei Cycas revoluta sind die Samenanlagen so dargestellt, als ob jede in der »Achsel verkümmerter Fiederabschnitte« sässe, was, obwohl es in der Figurenerklärung steht, nicht der Fall ist. Dagegen sind die übrigen sehr zahlreichen Habitusbilder (im Ganzen sind es 709 Figuren), wenn sie auch vielfach etwas grösser zu wünschen wären, meist recht brauchbar. Zu bedauern ist, dass ein System beibehalten wurde, das den Studirenden, der das Werk benutzt, nur irreleiten kann. Die »cormophyten Cryptogamen« einzutheilen in »seminiferae« und »sporiferae«, die Phanerogamen in »nothocarpae« und »teleocarpae«, hat vielleicht vor 50 Jahren einen Schein von Berechtigung gehabt; wer heute noch derartiges aufzutischen für gut findet, hat eben »rien appris et rien oublié«. K. G.

Krabbe, G., Entwicklungsgeschichte und Morphologie der polymorphen Flechtengattung Cladoria. Ein Beitrag zur Kenntniss der Ascomyceten. Mit 12 Tafeln.

Bereits in einer früheren Abhandlung (Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1883) hatte der Verf. darauf hingewiesen, dass die Podetien, welche bisher als Thallusgebilde angesprochen worden waren, Bestandtheile des Fruchtkörpers seien. Die jetzige Arbeit bringt den vollgiltigen Beweis dafür. Bei den einfach gebauten Fruchtkörpern erfolgt die Differenzirung der ascogenen Hyphen sehr früh, sie wachsen mit der Anlage empor und werden beim Hohlwerden des Fruchtkörpers in verschiedene Zweige zerrissen. In den becherförmigen und strauchig verzweigten Fruchtkörpern erfolgt die Anlegung des ascogenen Gewebes meist später. Aehnlich geht die Entwicklung der Gonidienfrüchte, der Spermogonien, vor sich. Auch hier ist das Podetium ein integrirender Theil des Fruchtsprosses. Die heterosporischen Fruchtkörper, welche Apothecien und Spermogonien zugleich ausbilden, sind erst im Laufe der phylogenetischen Entwicklung aus den Homosporen entstanden. Nach der Entwicklungsweise der Früchte gliedert sich die Gattung in drei Gruppen: 1. Fruchtkörper einfach, homospor; Differenzierung frühzeitig; 2. Fruchtkörper einfach oder gegliedert, oft heterospor; Differenzirung oft im vorgerückterem Stadium; 3. Fruchtkörper reich gegliedert, hetorospore und homospore; Differenzirung nur in vorgerückteren Stadien.

Da der Thallus bald abstirbt und Gonidien ursprünglich der Fruchtanlage fehlen, so erfolgt die Ernährung der Früchte durch aufliegende Soredien, deren Algen von den Pilzhyphen umsponnen werden.

Die Arten mit reich gegliederten Fruchtsprossen sind phylogenetisch von solchen mit einfacher Ausbildung der »Podetien« abzuleiten.

Die Arbeit ist ausserordentlich reichhaltig und legt die Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Gattung nach allen Seiten hin klar, so dass jetzt die Cladonien zu den best gekannten Ascomycetengattungen gehören.

Die Tafeln sind nicht blos in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht von grossem Werth, sondern bieten zugleich auch für den Systematiker eine Menge der vortrefflichsten Habitusbilder. Lindau.

A. Wigand, Flora von Hessen und Nassau. II. Theil: Fundortsverzeichniss der in Hessen und Nassau beobachteten Samenpflanzen und Pteridophyten. Herausgegeben von Dr. Fr. Meigen. Marburg, N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung. 1891.

Nach Wigand's Tode fanden sich eine grössere Anzahl mehr oder weniger abgeschlossener Arbeiten, von denen einige nachher von seinen Schülern herausgegeben wurden. Eines dieser Ergebnisse eines arbeitsreichen Lebens bringt der vorliegende stattliche Band, durch dessen Herausgabe sich Dr. Meigen ein Verdienst erworben hat. Es ist eine Statistik der hessen-nassauischen Flora mit einer grossen Anzahl von Fundorten. Die Verbreitung wird bei einer grossen Anzahl von Arten in übersichtlicher Weise durch Kärtchen, wie sie H. Hoffmann zuerst zu diesem Zwecke angewendet hat, erläutert.

Eine Verarbeitung des gegebenen Materials nach pflanzengeographischen Gesichtspunkten, wie sie von Wigand wohl beabsichtigt war, ist nicht vorhanden. Aber auch so ist das auf jahrelangen zuverlässigen Beobachtungen beruhende Werk ein werthvoller Beitrag zur Floristik Deutschlands 1). K. G.

---

1) Bei dieser Gelegenheit sei eine mich betreffende Angabe in einer neuerdings von einem Studenten W. Lorch herausgegebenen Excursionsflora von Marburg berichtigt. Ich habe Himantoglossum hircinum in hiesiger Umgebung nie gefunden, und halte es für mehr als unwahrscheinlich, dass diese Kalkpflanze an dem betreffenden Standort vorkommt.

Eingegangene Litteratur.

Abbildungen zur Deutschen Flora H. Karsten's nebst den ausländischen med. Pflanzen und Ergänzungen für das Studium der Morphologie und Systemkunde. Herausgegeben von R. Friedländer und Sohn, Berlin 1891.

Ambronn, Ueber das Verhalten doppeltbrechender Gelatineplatten gegen Magnetismus und Electricität. S.-A. aus d. Ber. d. K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, v. 3. Aug. 1891.

— — Einige Beobachtungen über das Gefrieren der Colloide. Sitzung v. 2. Febr. 1891.

Beck, Ritter von, Versuch einer neuen Classification der Früchte. Aus d. Verh. der k. k zool.-bot. Gesellschaft in Wien, Jahrgang 1891.

Berckholtz, W., Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. S.-A. aus Bibliotheca Botanica, Heft 24. Verlag von Th. Fischer, Cassel.

Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie. IX. Heft: Die Hemiasci und die Ascomyceten. In Gemeinschaft ausgeführt mit Dr. Franz v. Tavel und Dr. Gustav Lindau. Commissionsverlag von H. Schöningh, Münster.

Chodat, Sur la distribution et l'origine de l'espèce et des groupes chez les Polygalacées. Extrait des Archives des Sciences physiques et naturelles. Troisième période, t. XXV. Juin 1891.

Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. I, Nr. 4. List of plants collected by D. Edward Palmer in 1890 in Western Mexico and Arizona, at 1 Alames. 2. Arizona. By J. N. Rose.

Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. II, Nr. 1.

Dammer, Handbuch für Pflanzensammler. Stuttgart, Verlag von Ferd. Enke. 1891

Deinega, Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen. Extrait du Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou, Nr. 2, 1891.

Dodel, A., Beiträge zur Kenntniss der Befruchtungs-Erscheinungen bei Iris sibirica. S.-A. aus der Festschrift zur Feier des 50jähr. Doktorjubiläums der Herren Prof. Dr. Karl Wilhelm v. Nägeli in München und Geheimerat Prof. Dr. Albert v. Kölliker in Würzburg. Verlag von Albert Müller, Zürich.

Engler, Der Königl. Botanische Garten und das botanische Museum zu Berlin im Etatsjahr 1890/91.

Farlow and Seymour, A provisional Host-index of the Fungi of the United-States. Part. III. Cambridge, June 1891.

Golenkin, Pteromonas Alata Cohn. Ein Beitrag zur Kenntniss einzelliger Algen. Extrait du Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou, Nr. 2, 1891.

Jack, Hypnum (Limnobium) Gerwigii. S.-A. aus den »Mittheilungen des Badischen Bot. Vereins«.

Krabbe, Entwicklungsgeschichte und Morphologie der polymorphen Flechtengattung Cladonia. Leipzig, Verlag von Arthur Felix 1891.

Kummer, Der Führer in die Mooskunde. Berlin, Verlag von Julius Springer. 1891.

Lorrain Smith, On the development of the Cystocarps in Callophyllis laciniata, Kütz. Extracted from the Linnean Society 's Journal. — Botany, vol. XXVIII.

Macmillan, On the growth-periodicity of the potato tuber. From the American Naturalist, May 1891.

Mattirolo, Contribution à la biologie des Hépatiques. Mouvements hygrocopiques dans le Thallus des Hépatiques Marchantiées. Extrait des Archives italiennes de Biologie, t. XI, fasc. III.

Moll, Het slijpen van Microtoom-Messen. Overgedrukt uit Botanisch Jaarboek uitgegeven door het Kruidkundig genootschap Dodonaea te Gent. Derde Jaargang 1891.

Müller, Carl, Albinismus bei Lathraea Squamaria L. S.-A. aus Leimbachs Deutscher bot. Monatsschrift. IX. Jahrgang, Nr. 1.

Müller, Carl, Das Vorkommen freier Gefässbündel in den Blattstielen kräftiger Staudengewächse S.-A. aus den Verhandlungen des Bot. Vereins der Provinz Brandenburg. XXXII.

— — Ein Beitrag zur Kenntniss der Formen des Collenchyms. S.A. aus den Ber. der Deutschen Bot. Gesellschaft Jahrgang 1890, Band VIII, Heft 5.

— — Ueber ein fettes Oel aus Lindensamen Ib. Bd. VIII. Heft 10.

— — Ueber die Balken in den Holzelementen der Coniferen. Ib. Bd. VIII, Generalversammlungsheft.

— — Ueber die Einführung der Begriffe »Molekularwertigkeit« und »Molekularkoeffizient« und ihre Bedeutung für die molekulare Energie. S.-A. aus den Berichten der Pharmaceutischen Gesellschaft. Juni 1891.

Murray, On Cladothele Hook. F. et Harv. (Stictyosiphon Kütz). Reprinted from the Journal of Botany for July 1891.

Naturkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Deel L. 1891.

Overton, Beitrag zur Kenntniss der Entwicklung und Vereinigung der Geschlechtsproducte bei Lilium Martagon. S.-A. aus der Festschrift zur Feier des 50jähr. Doctor-Jubiläums der Herren Prof. Dr. Karl Wilhelm Nägeli in München und Geheimerat Prof. Dr. Albert Kölliker in Würzburg. Verlag von Albert Müller, Zürich.

Palladin, Eiweissgehalt der grünen und etiolirten Blätter. S.-A. aus den Berichten der Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrgang 1891, Bd. IX, Heft 6.

Penard, Les Peridiniacées du Léman. Bulletin des travaux de la Société Botanique de Genève, VI, 1891.

Reinke, Beiträge zur vergl. Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen. Bibliotheca Botanica, Heft 23. Cassel, Verlag von Th. Fischer.

Richards, On the structure and development of Choreocolax Polysiphoniae, Reinsch. Reprinted from the proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. XXVI. 1891.

Rostowzew, Recherches sur l'Ophiglossum vulgatum L. (Note préliminaire) Saertryk af Overs. over d. K. D. Vidensk. Selsk. Forh. 1891. Kjobenhavn.

Schilling, Die Süsswasser-Peridineen. S.-A. aus »Flora oder allg. bot. Zeitung«. 1891. Heft 3.

Schumann, K., Ueber afrikanische Ameisenpflanzen. S.-A. aus den Berichten der Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrgang 1891, Band IX, Heft 2.

— — Malvaceae I. Flora Brasiliensis Fasc. CIX.

Vöchting, Ueber die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilations-Thätigkeit. S.-A. aus der Bot. Zeitung 1891. Nr. 8 u. 9.

Warming, Botaniske Exkursioner. I. Fra Vesterhavskystens Marskegne. Saertryk af Vidensk. Meddel. fra den naturh. Forening i Kbhvn. 1890.

— — Podostemaceae. S.-A. aus Engler-Prantl's natürl. Pflanzenfamilien. III. 2a.

— — Note sur le genre Hydrostachys. Extrait du Bulletin de l'Academie Royale Danoise des Sciences et des Lettres pour l'année 1891.

Watsen, The relation of the Mexican Flora to that of the United States. From the Proceedings of the American Association for the advancement of Science. Vol. XXXIX.

— — Contributions to American Botany. XVIII. From the Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. XXVI.

Wigand, Flora von Hessen und Nassau. II. Theil. Herausgegeben von Dr. Fr. Meigen. Marburg 1891. N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung.

Wille, Morphologiske og physiologiske Studier over Alger. Saeraftryk af Nyt. Mag. f. Naturv. XXXII. II.

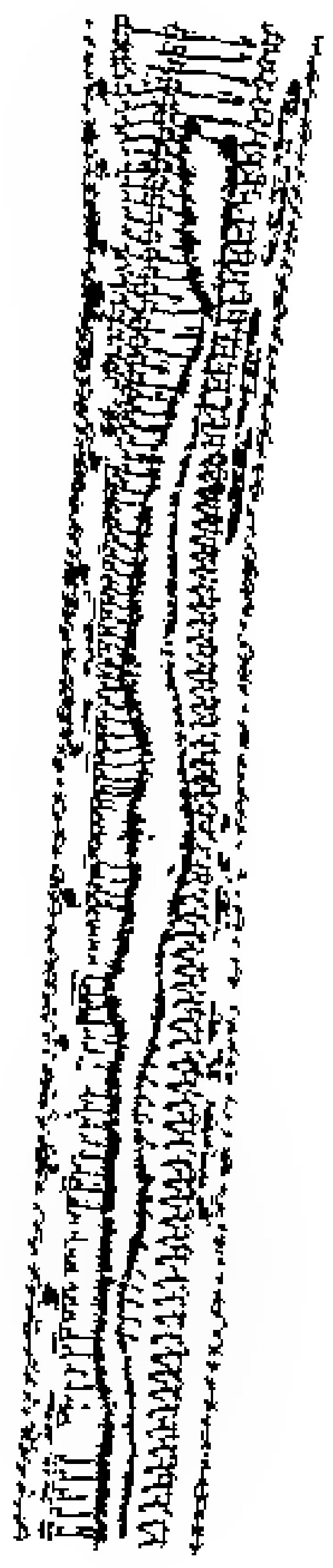
— — Algae. S.-A. von Warmings Handboog i systematisk Botanik III.

Zander, Karl-Wilhelm v. Nägeli. S.-A. aus der »Deutschen Med. Wochenschrift« 1891 Nr. 28.

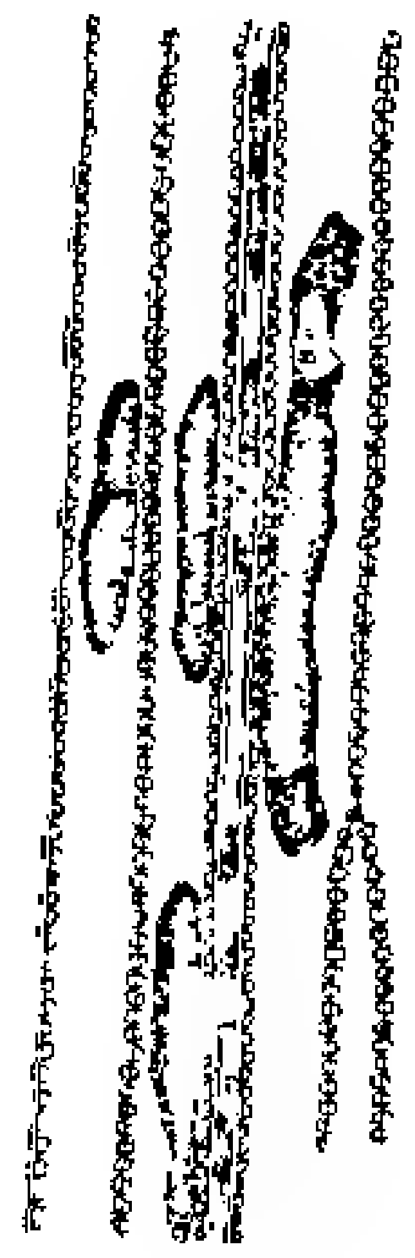
Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Flora 1891.

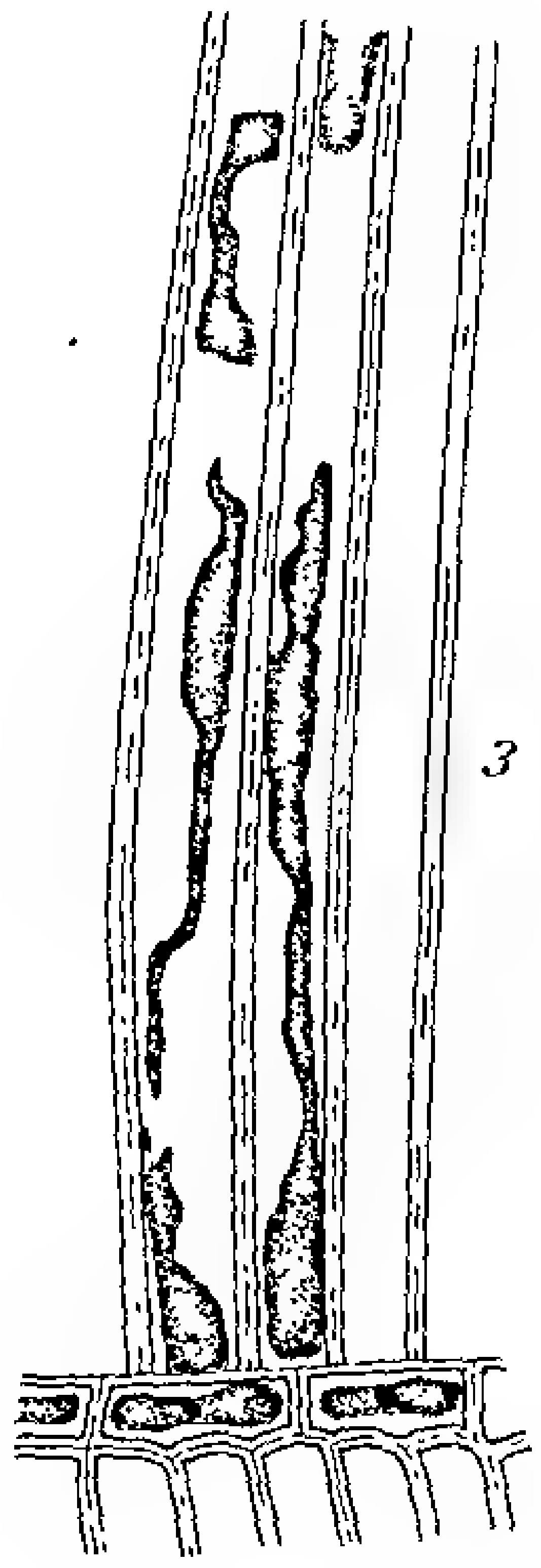
Taf. XI



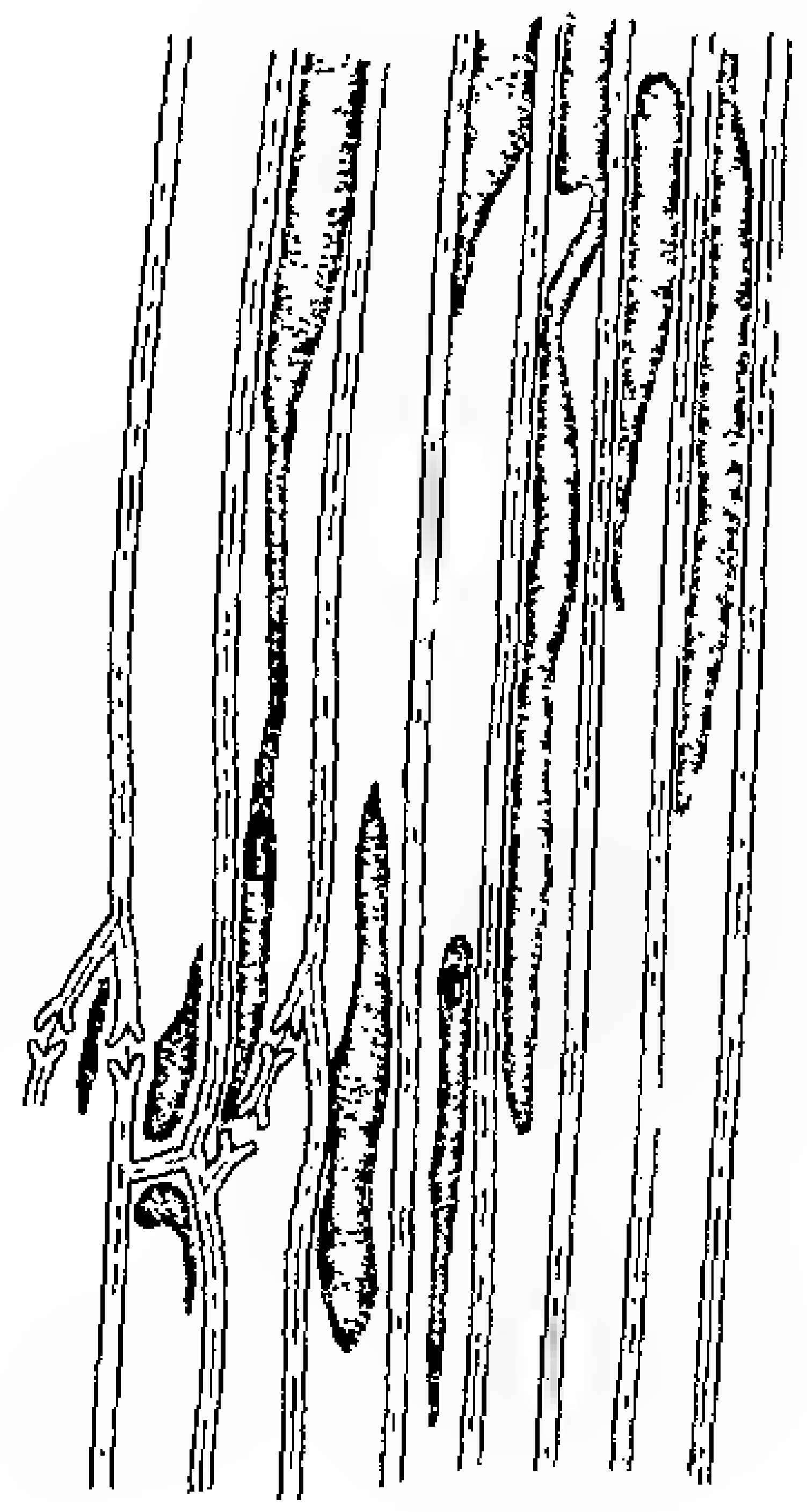
1



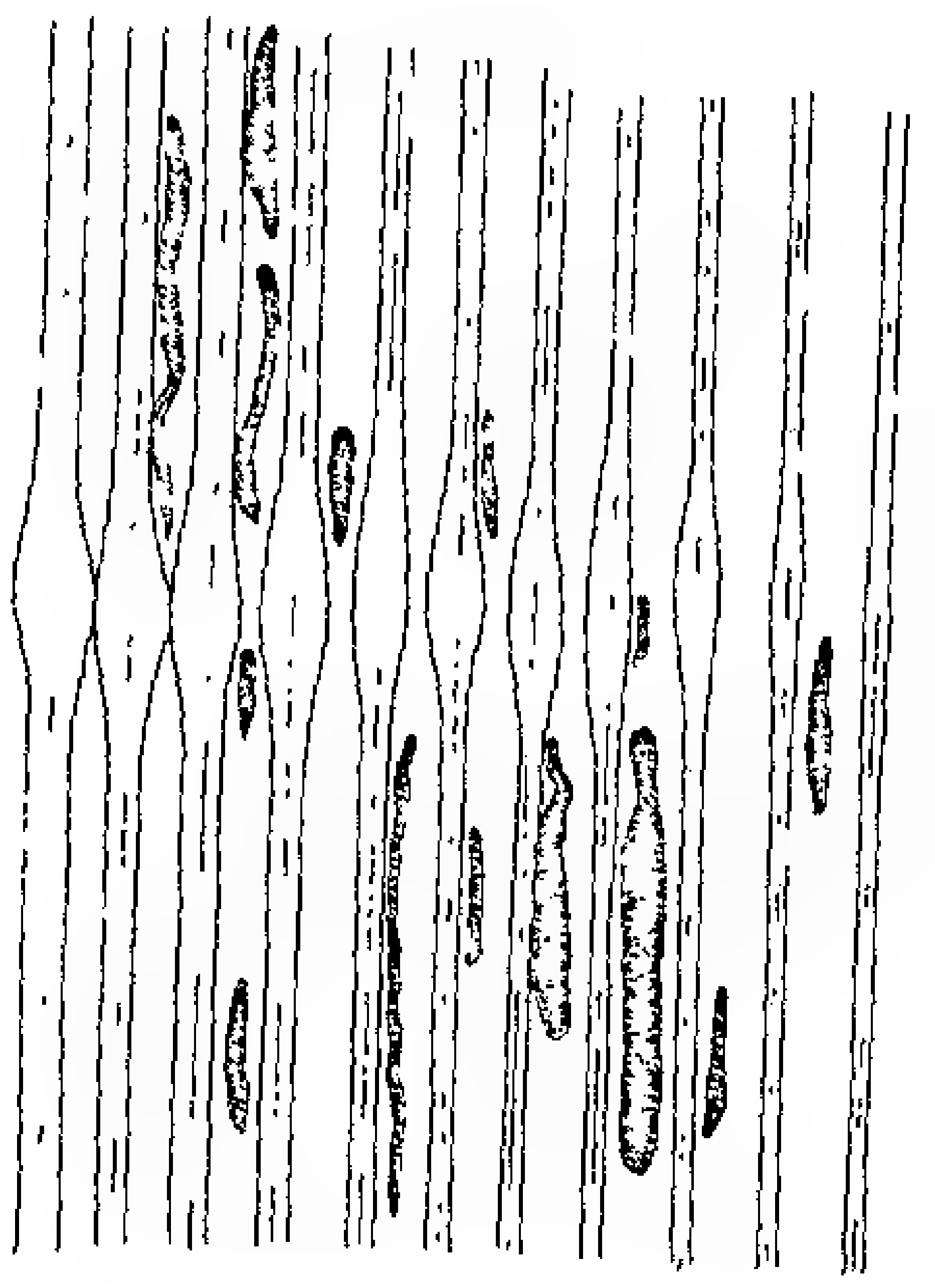
2



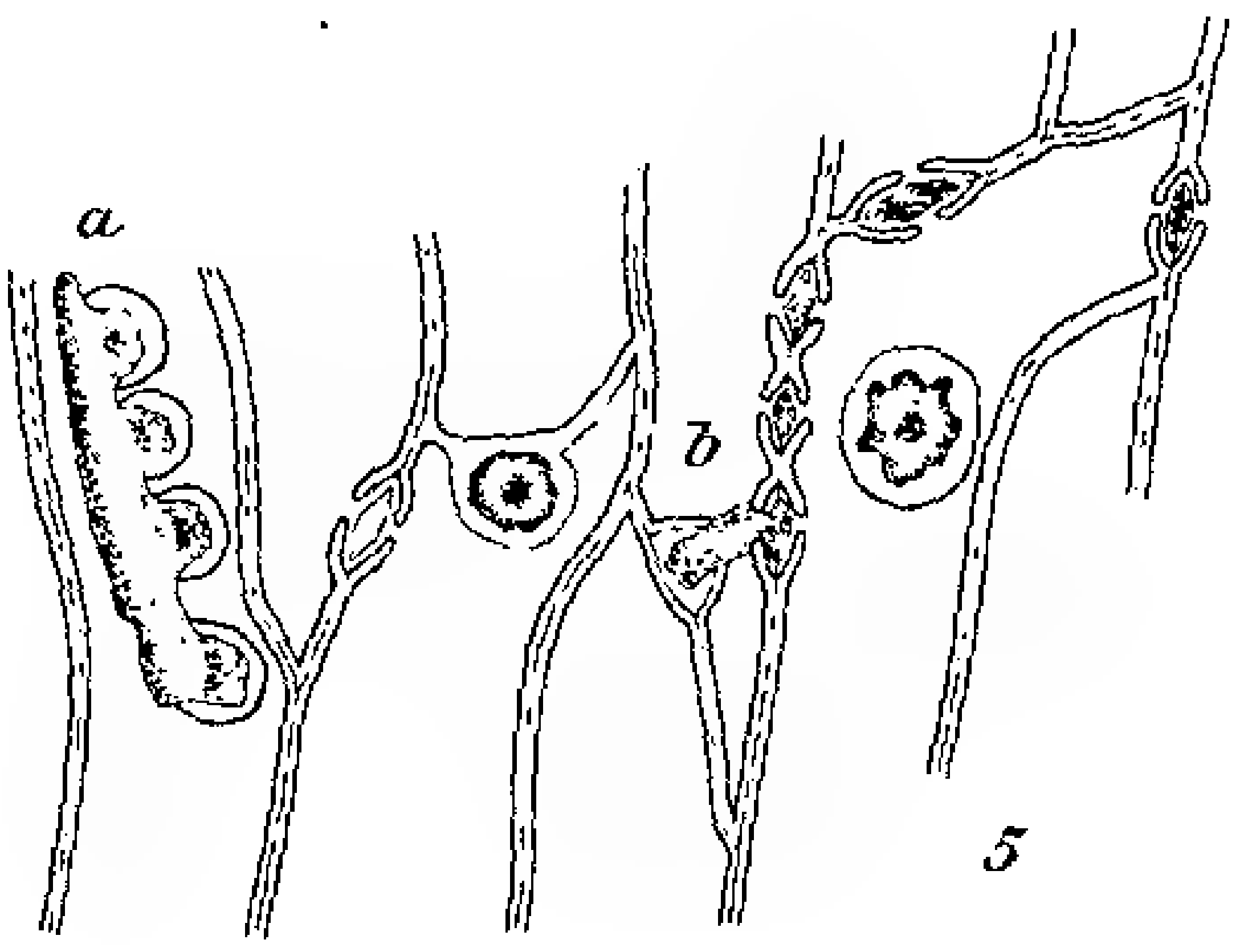
3



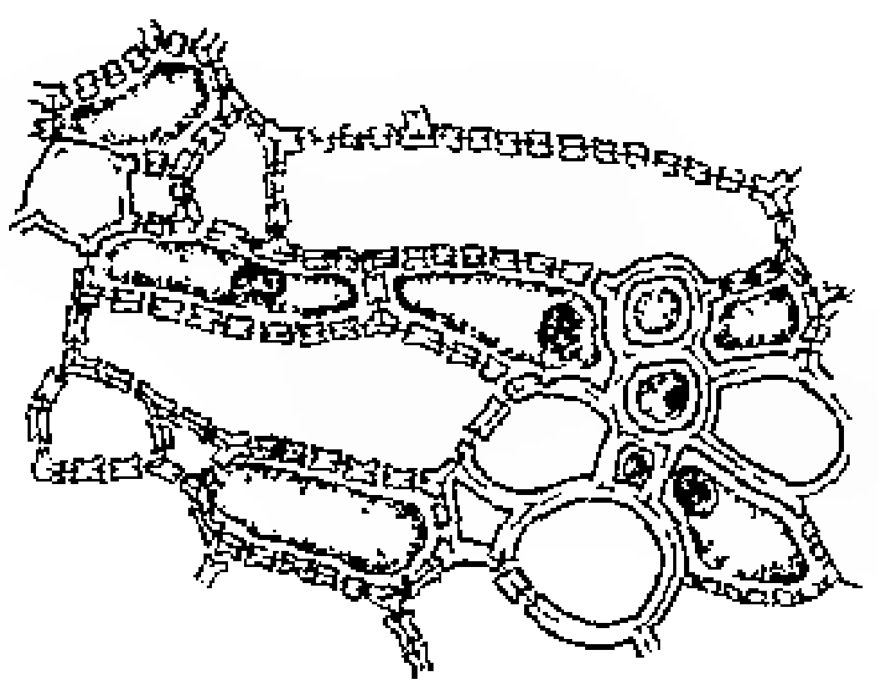
7



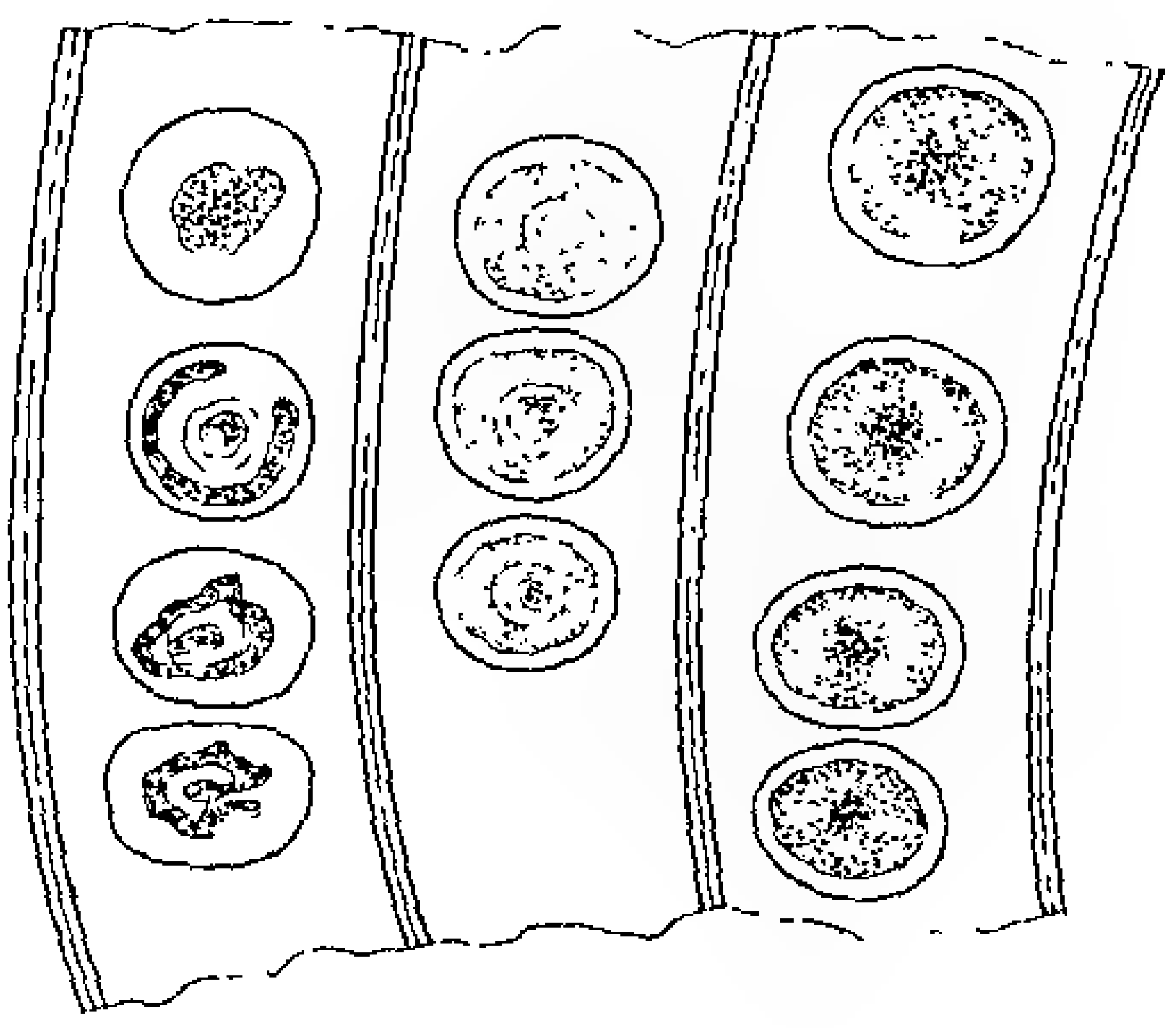
4



5



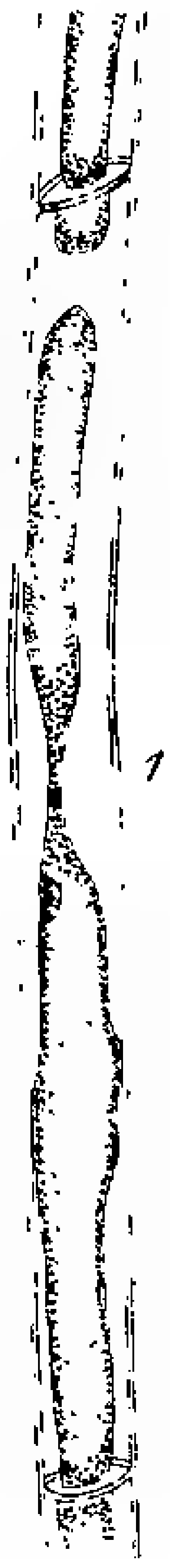
8

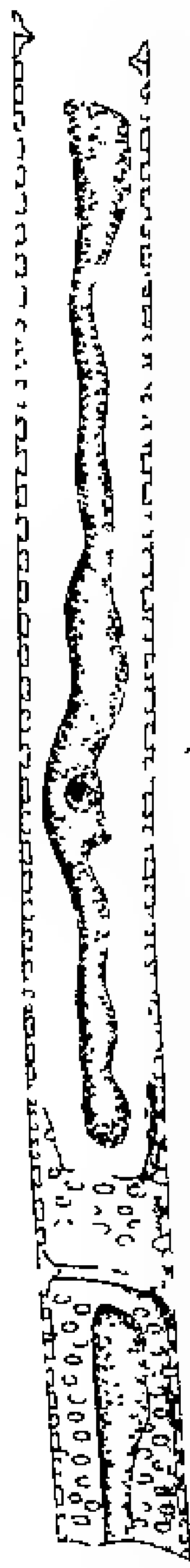


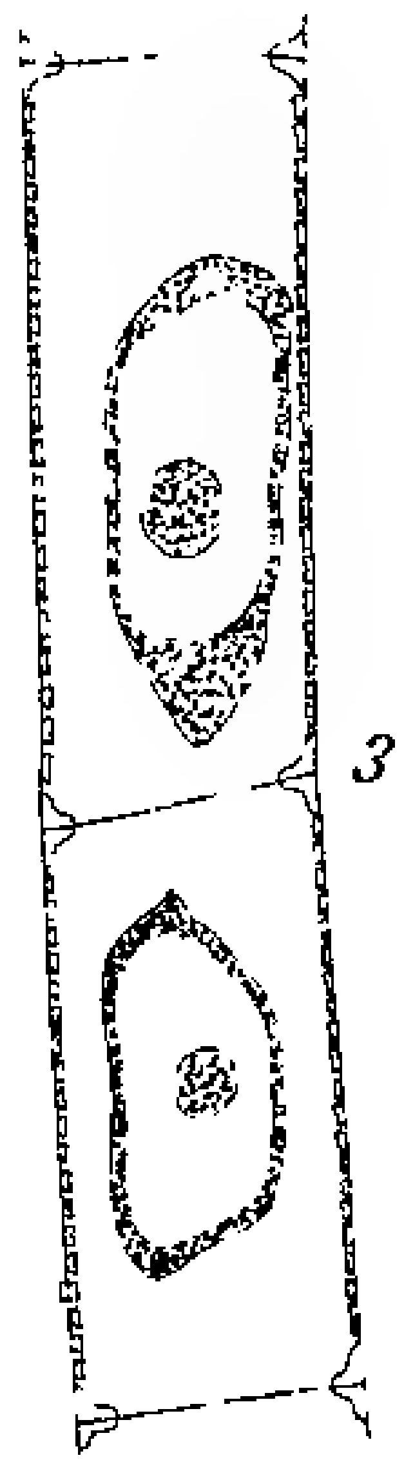
6

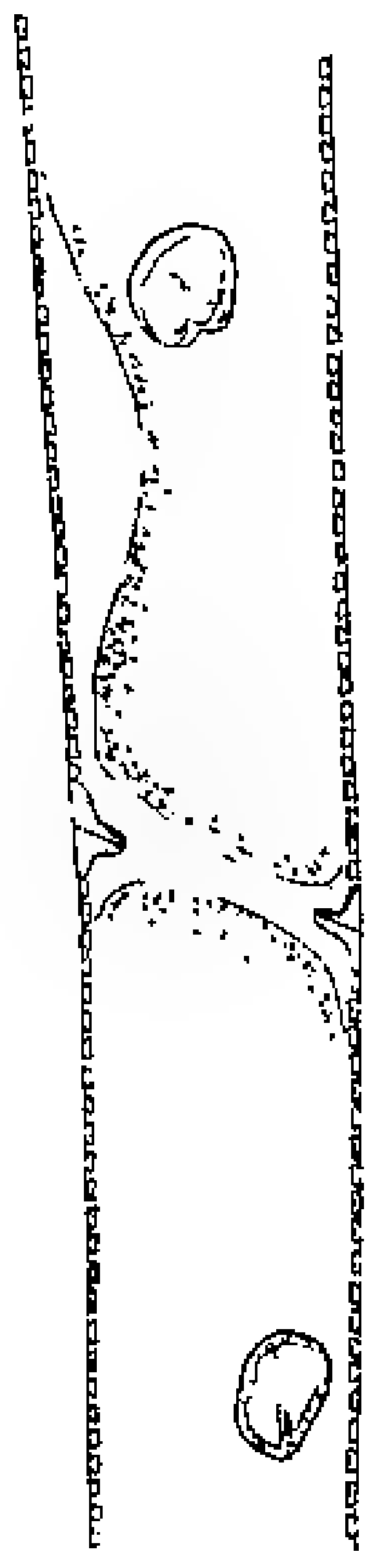
Th. Lange del.

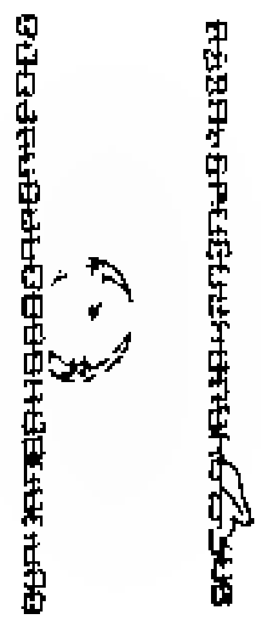
W.A. Meyn lith.

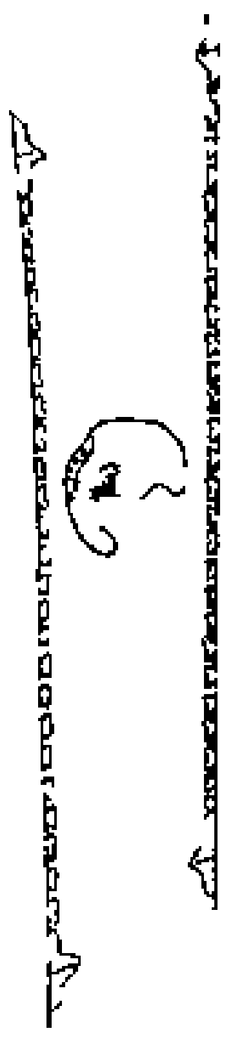

1

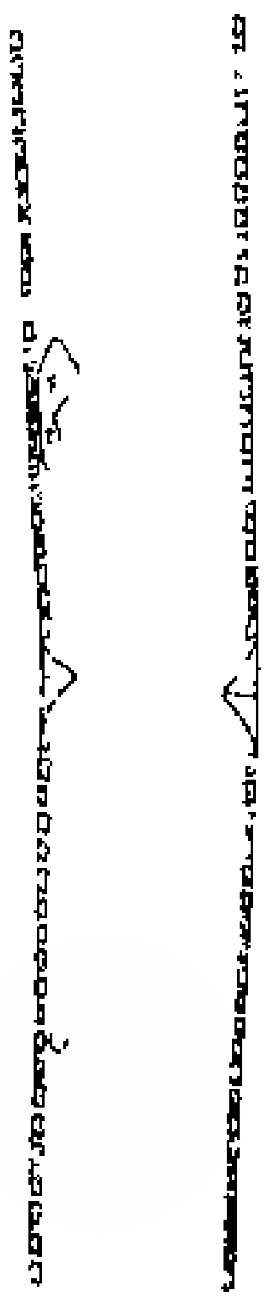

2

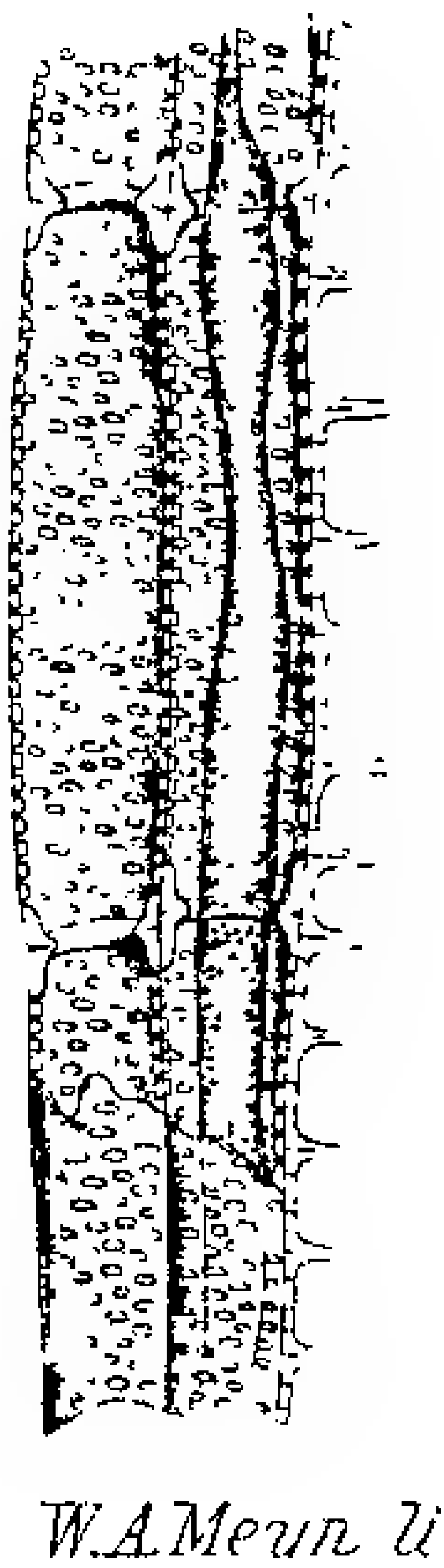

3

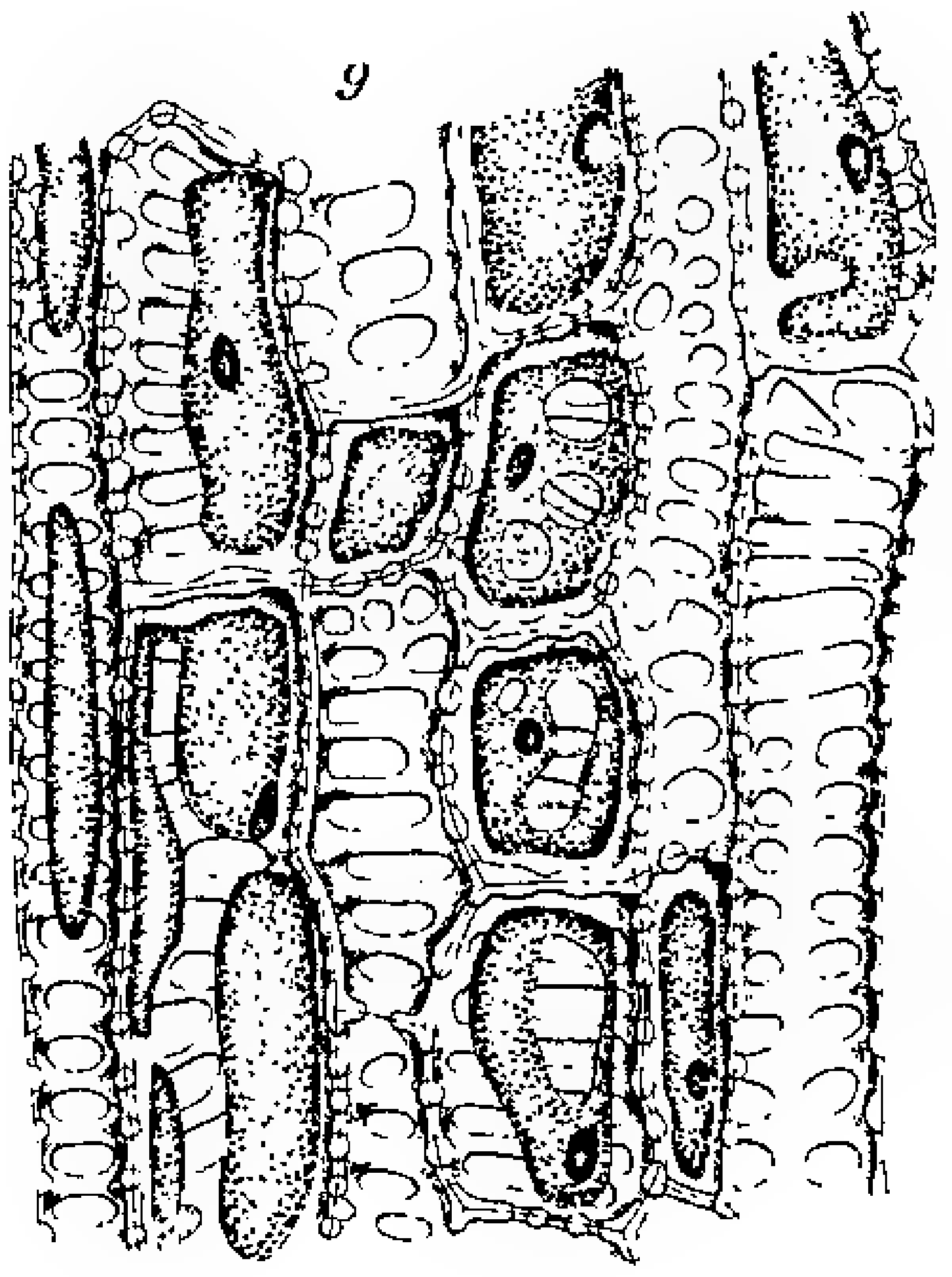

4

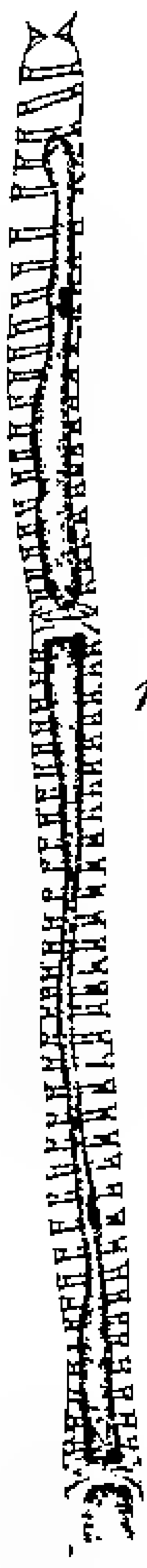

5

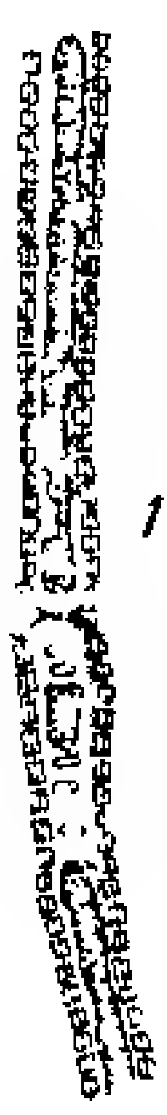

6

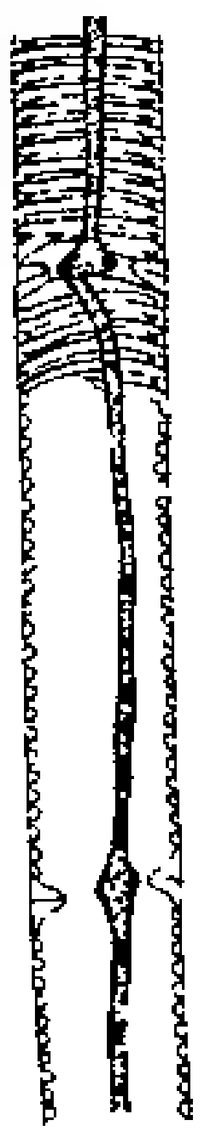

7

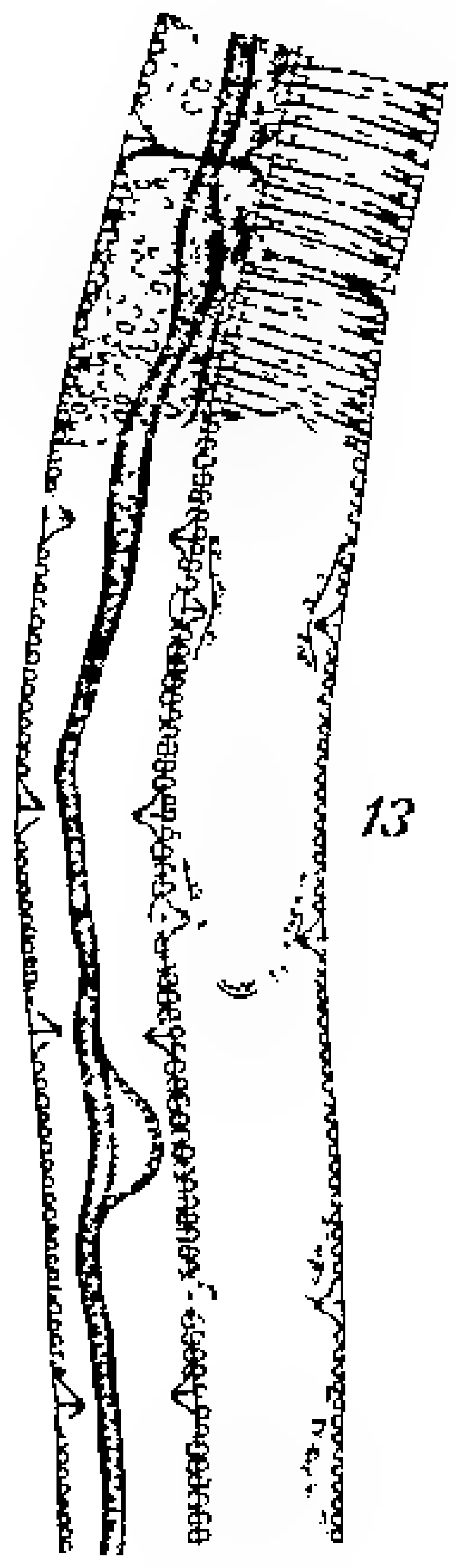

8

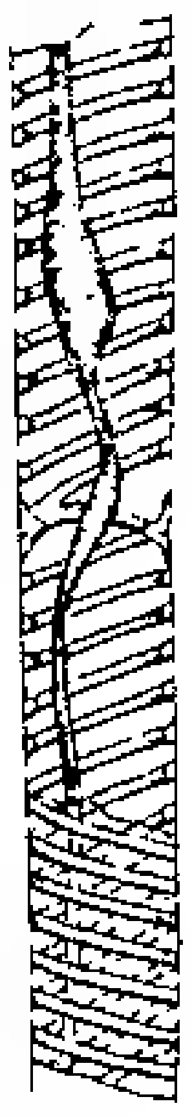

9

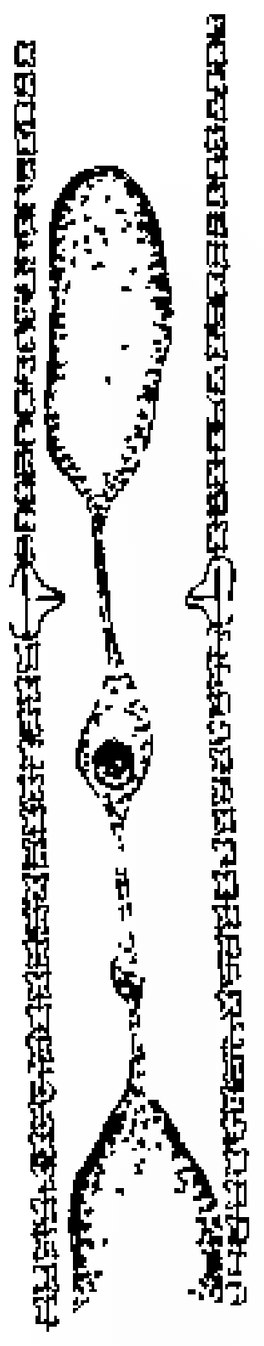

10


11


12

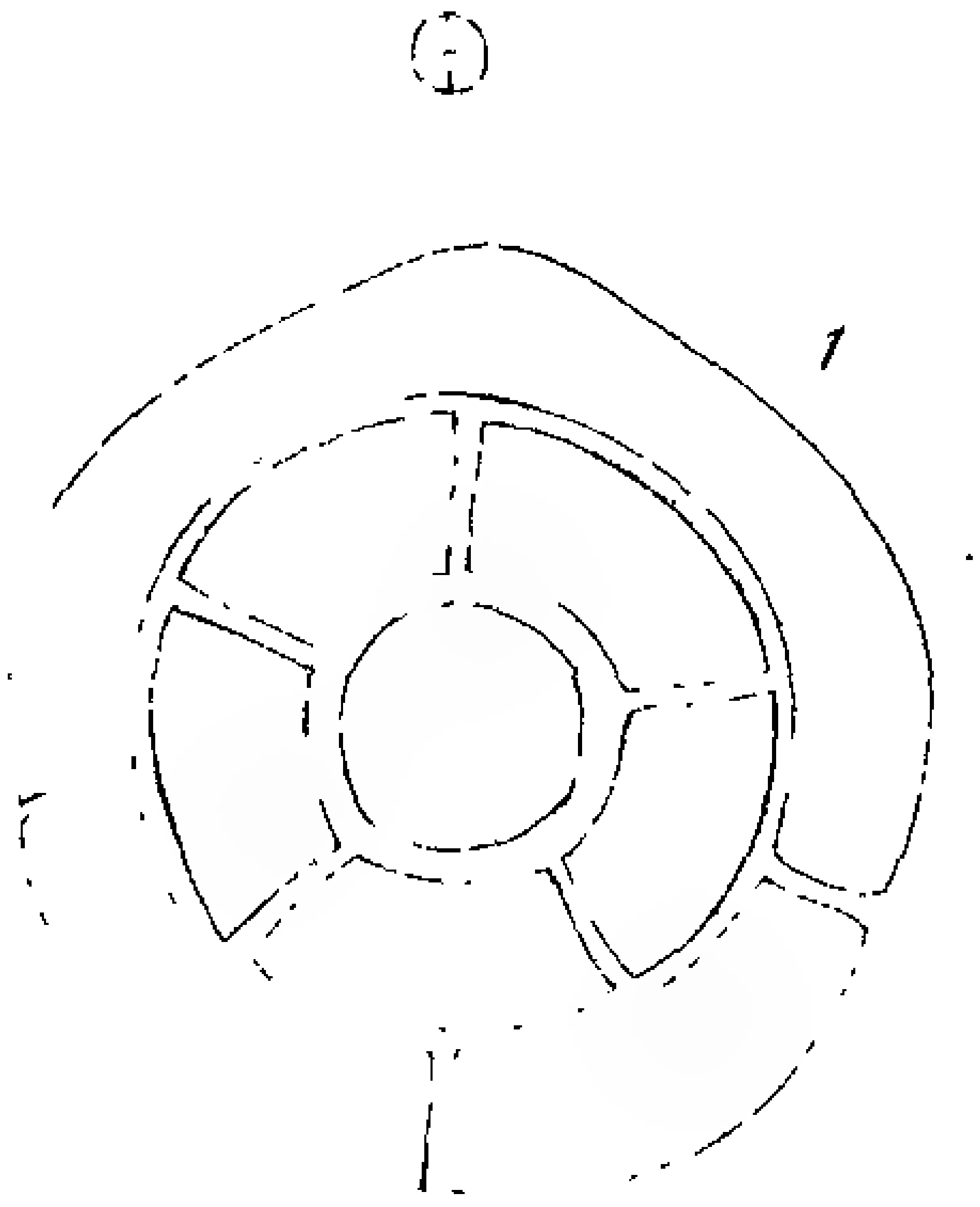

13


14

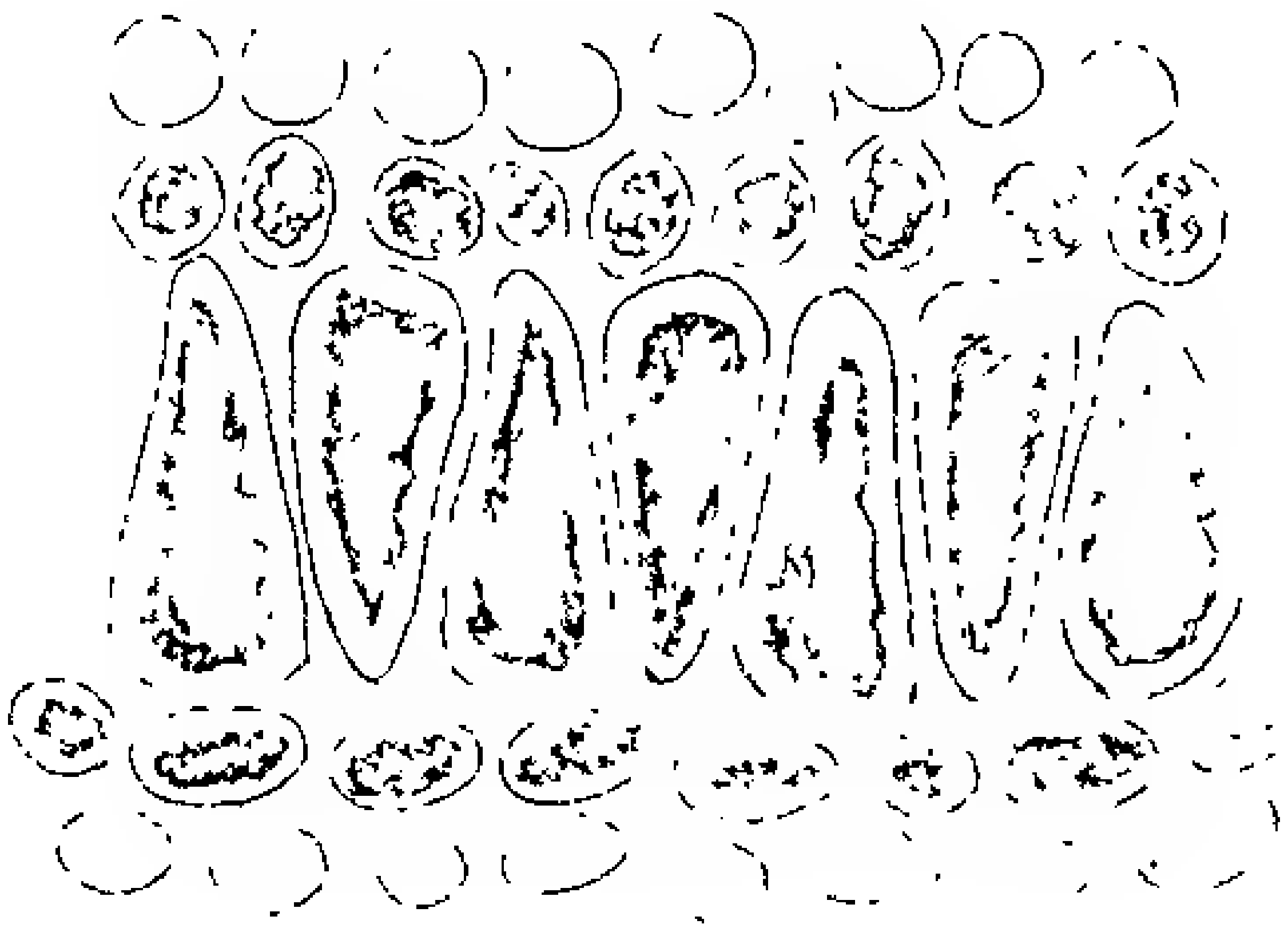

15

Th. Lange del. W.A.Meyn lith.

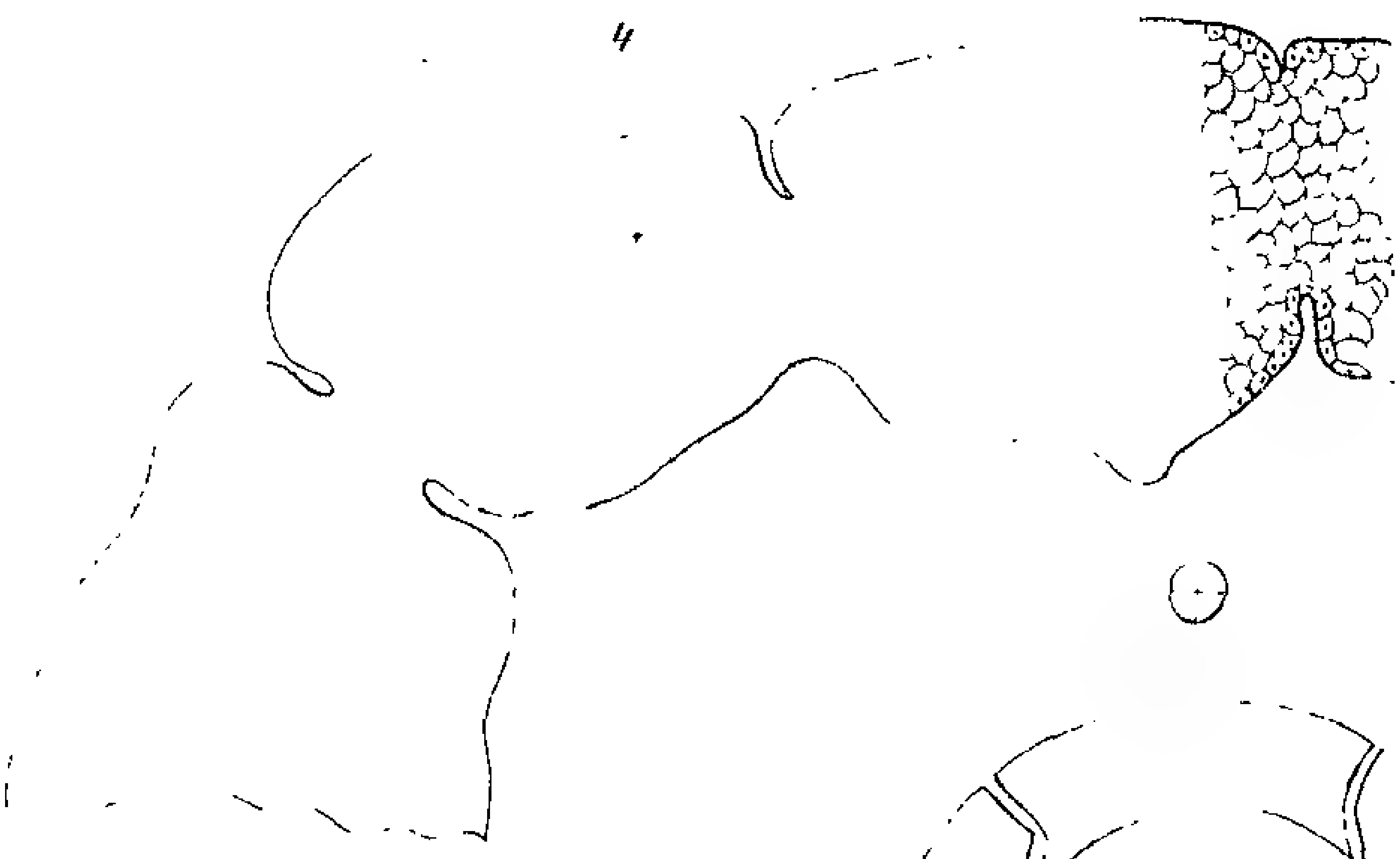
1



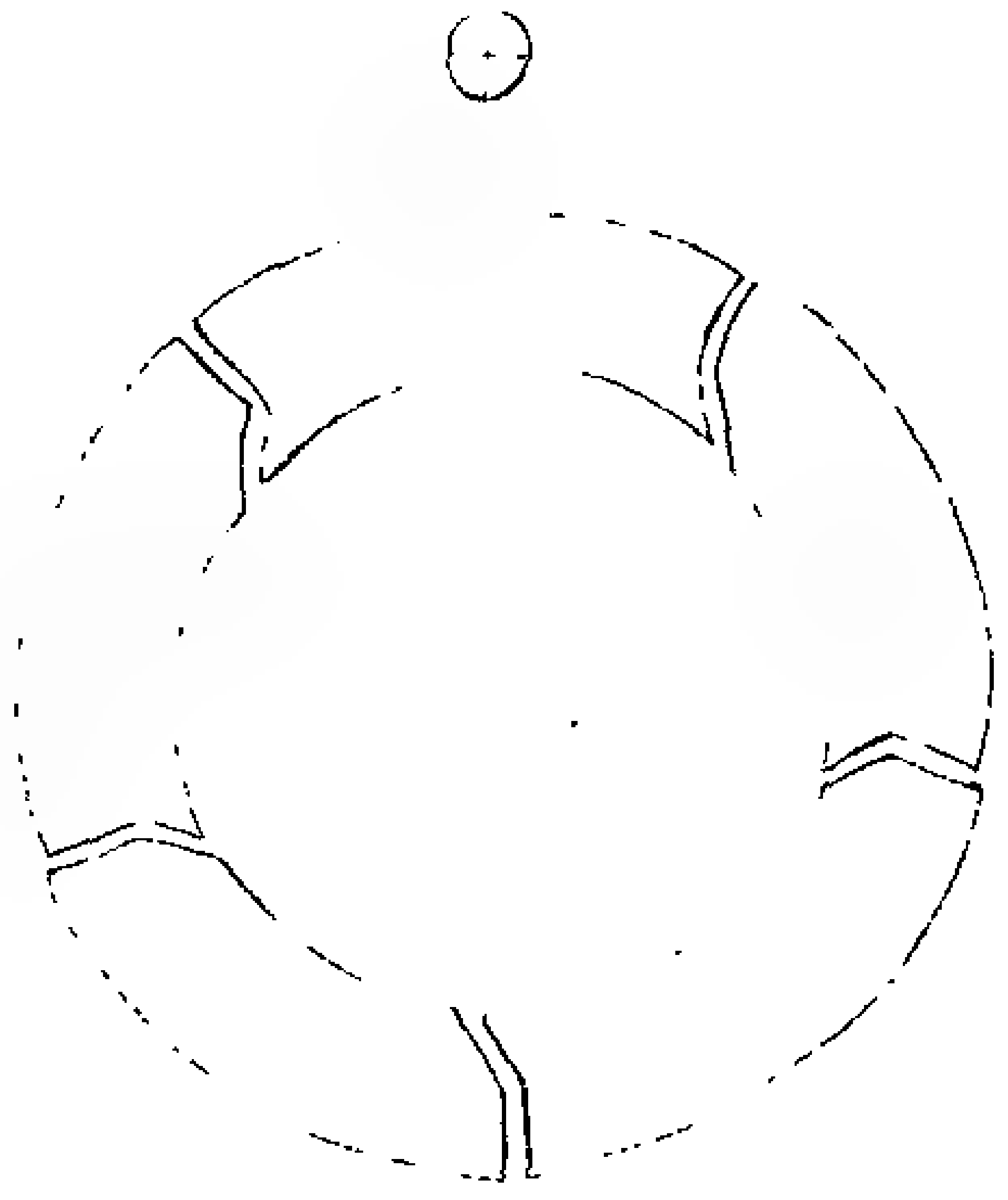
2



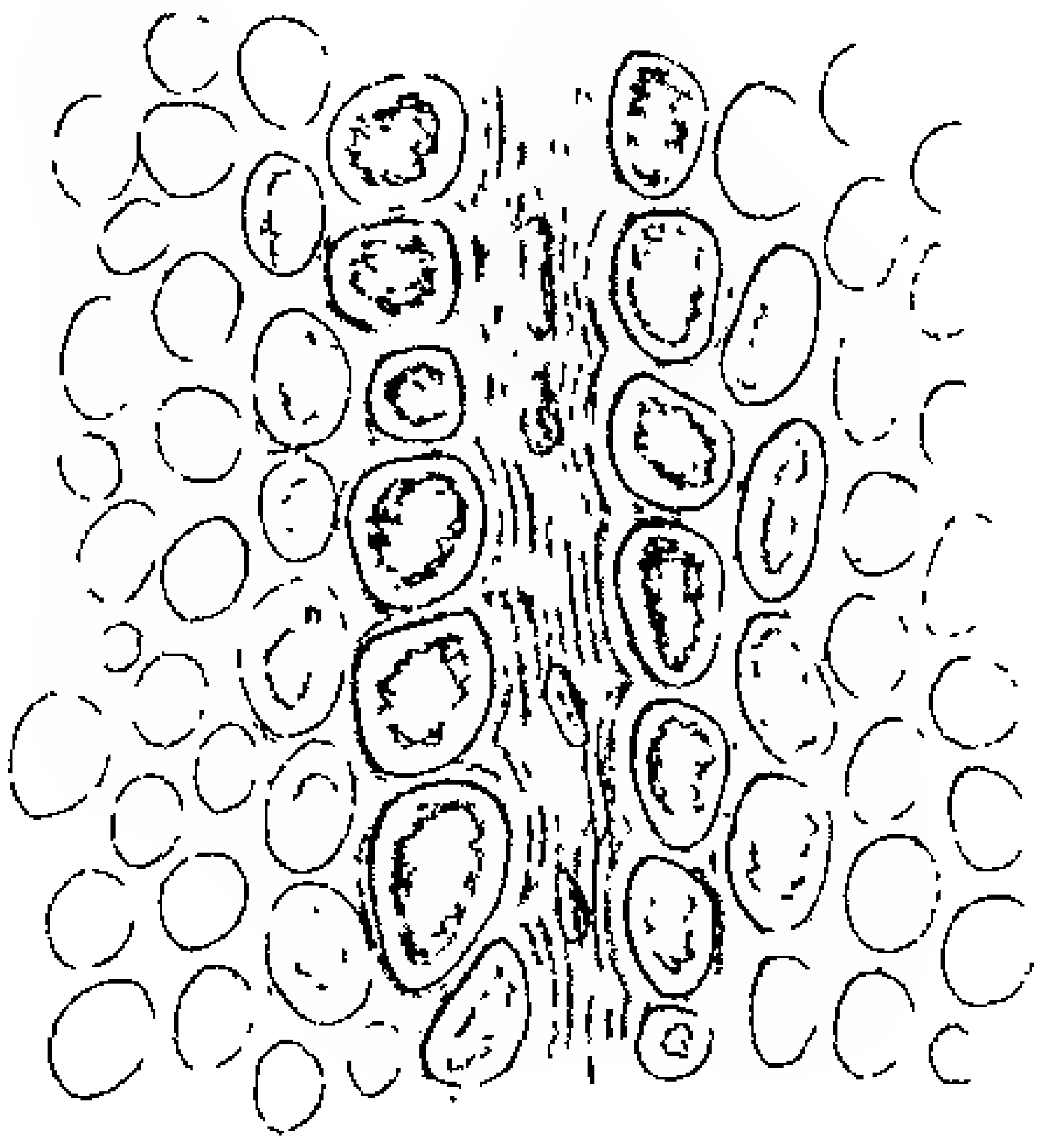
4



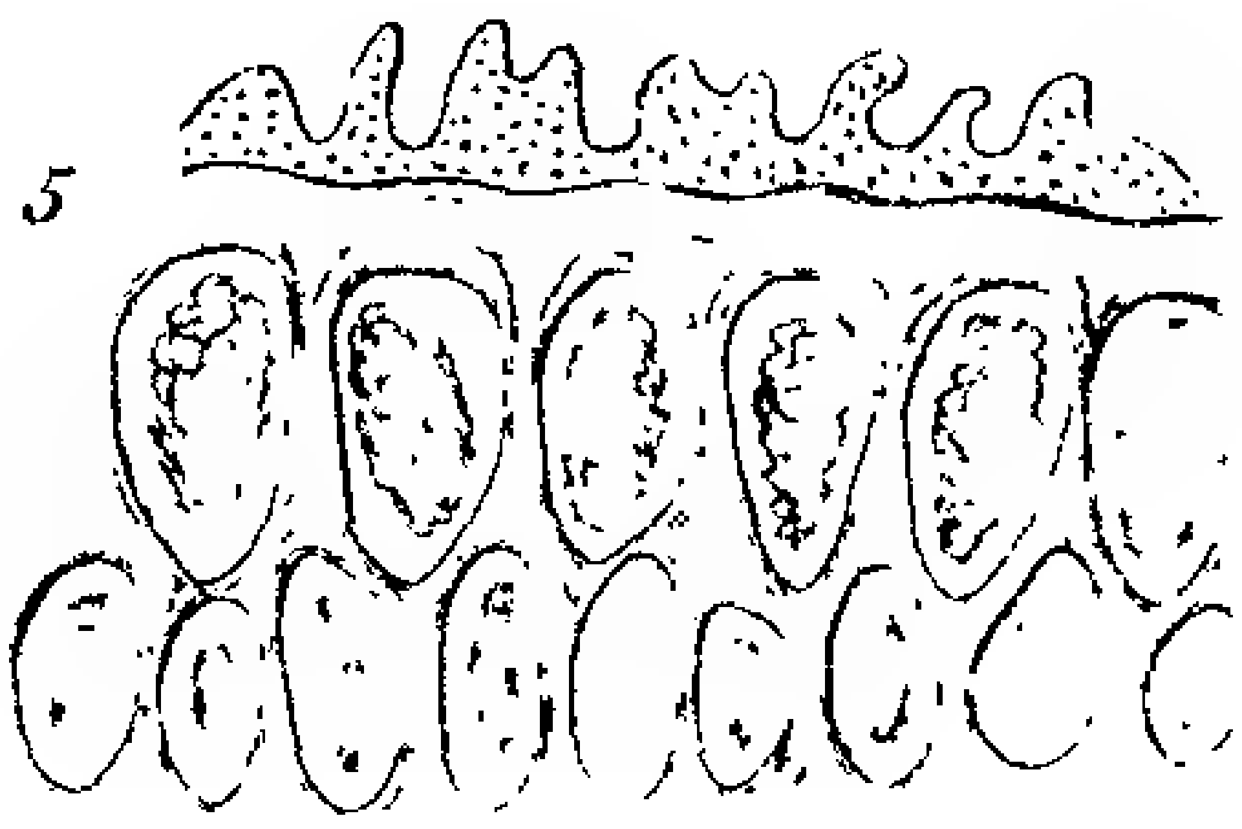
3



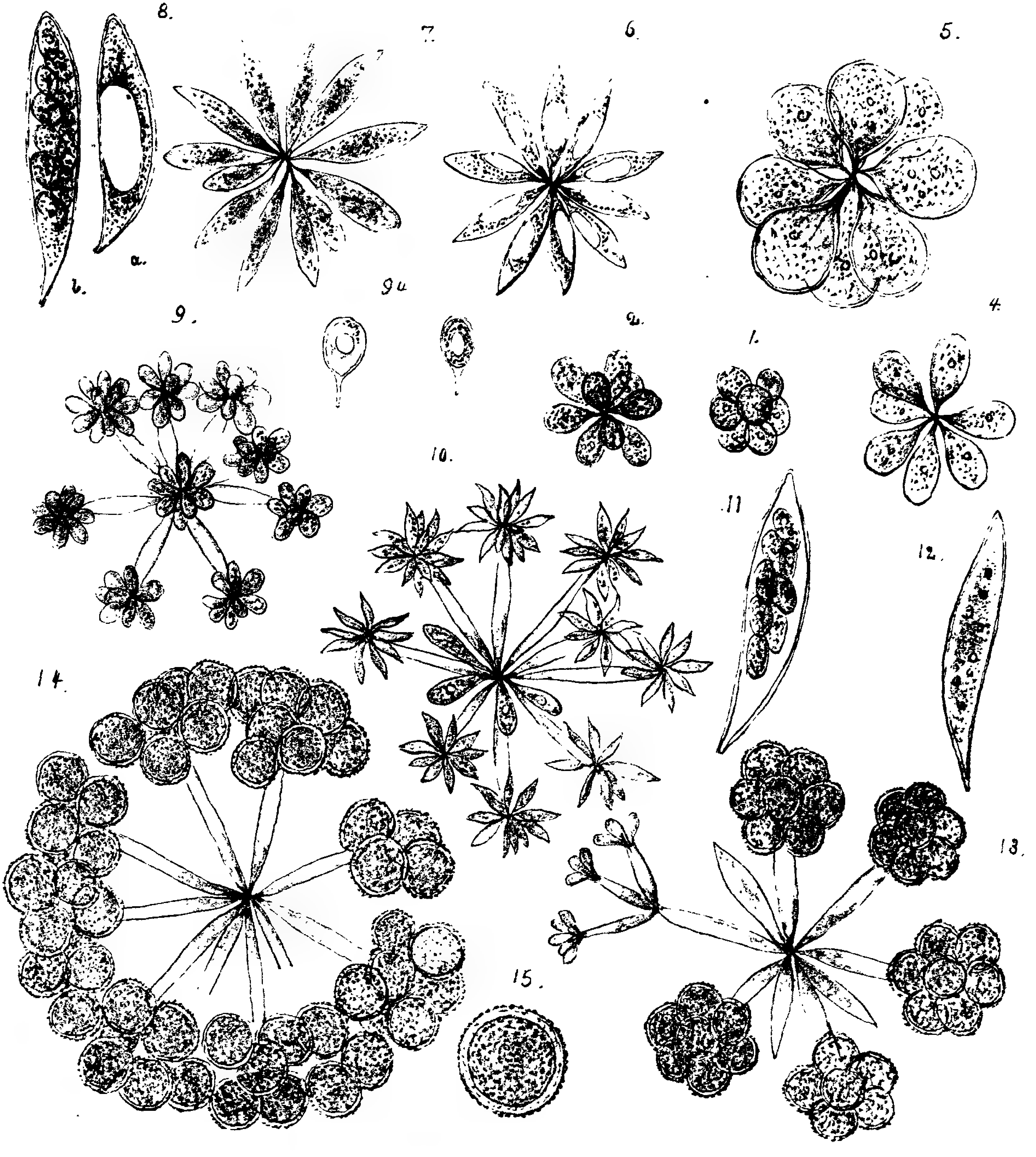
6



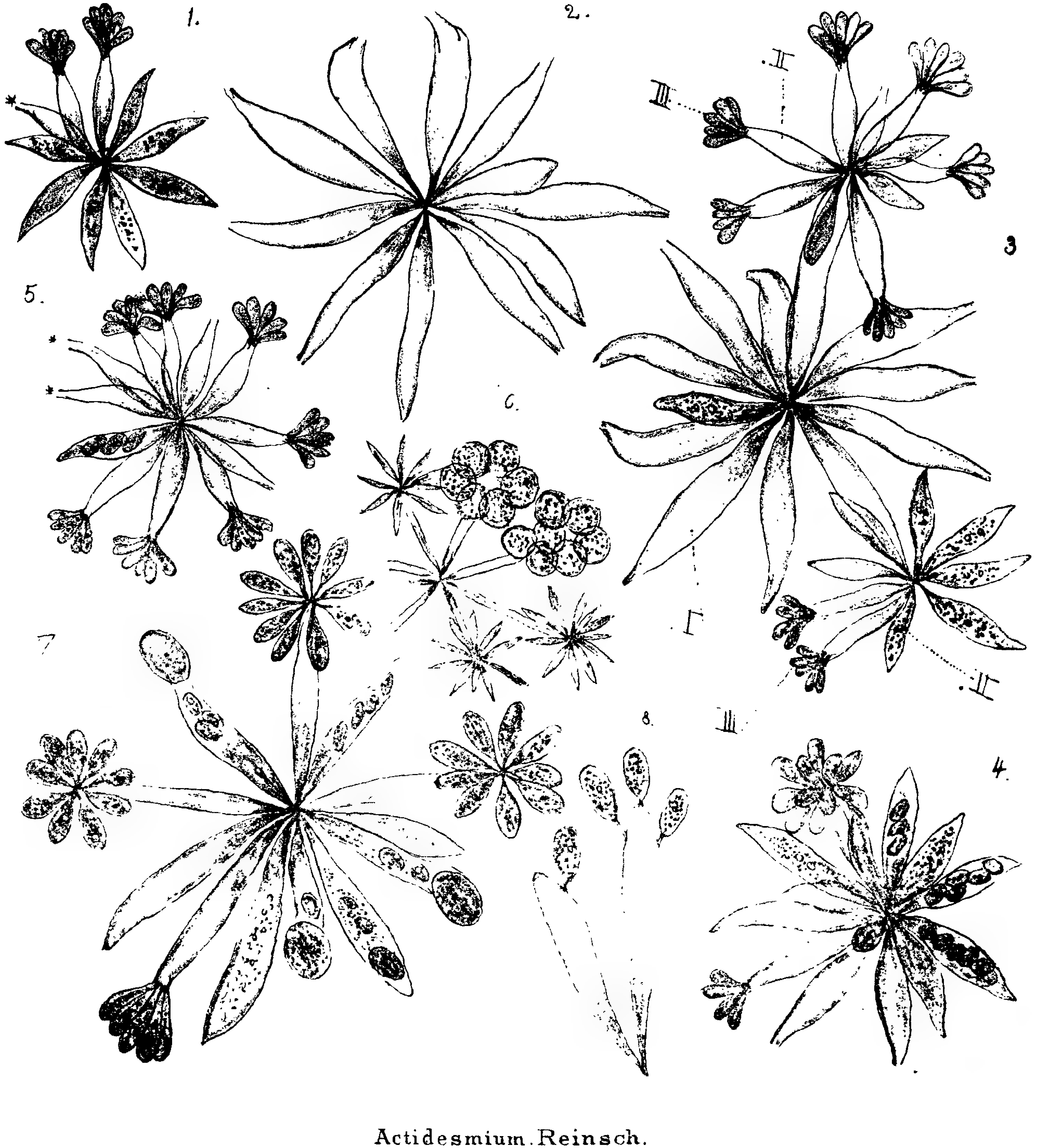
5



Autor del.


8.
7.
6.
5.
a.
b.
9a
9.
2.
1.
4.
10.
11
12.
14.
13.
15.

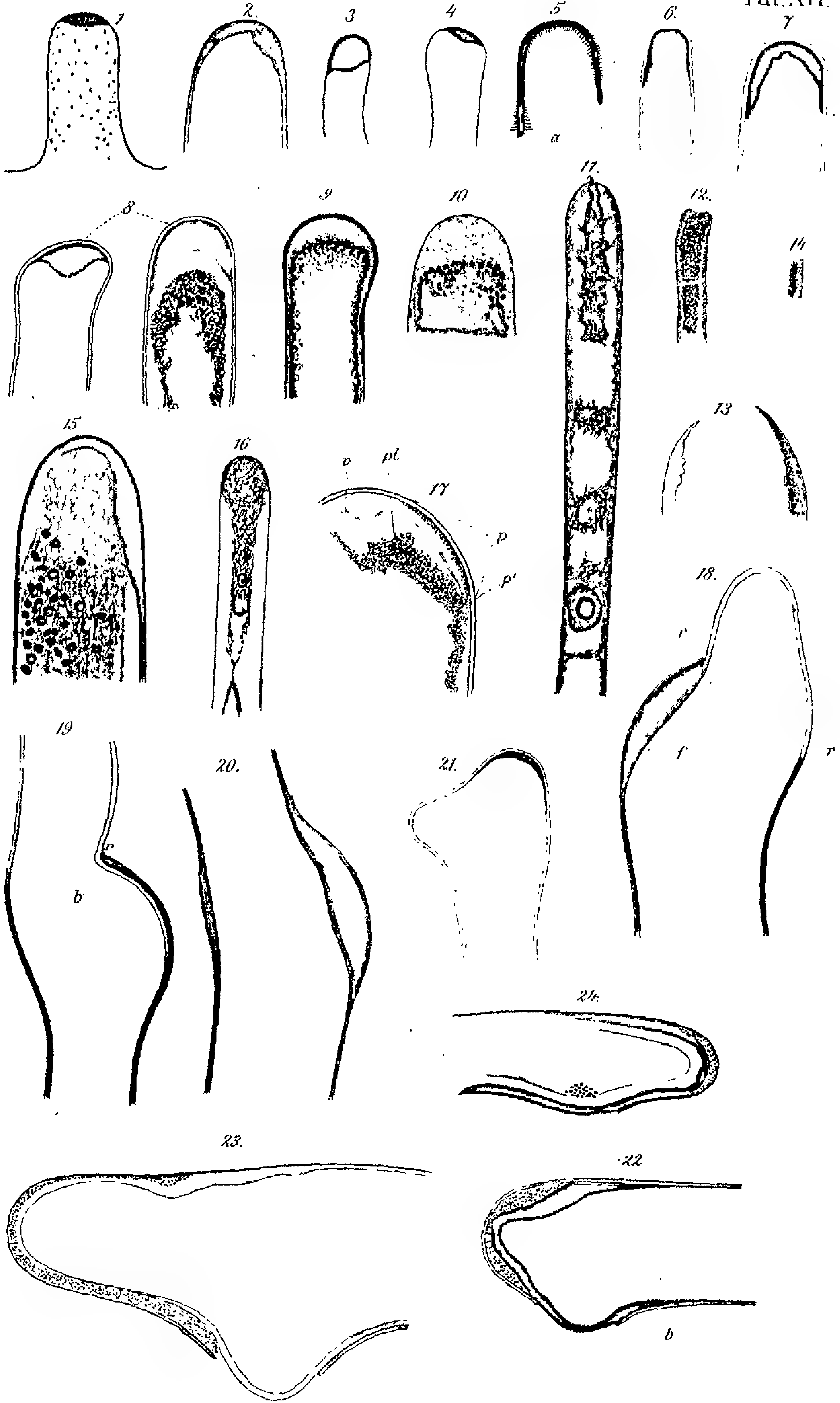
Actidesmium. Reinsch.


1.
2.
3
4.
5.
6.
7
8.
I
II
III
*

Actidesmium. Reinsch.

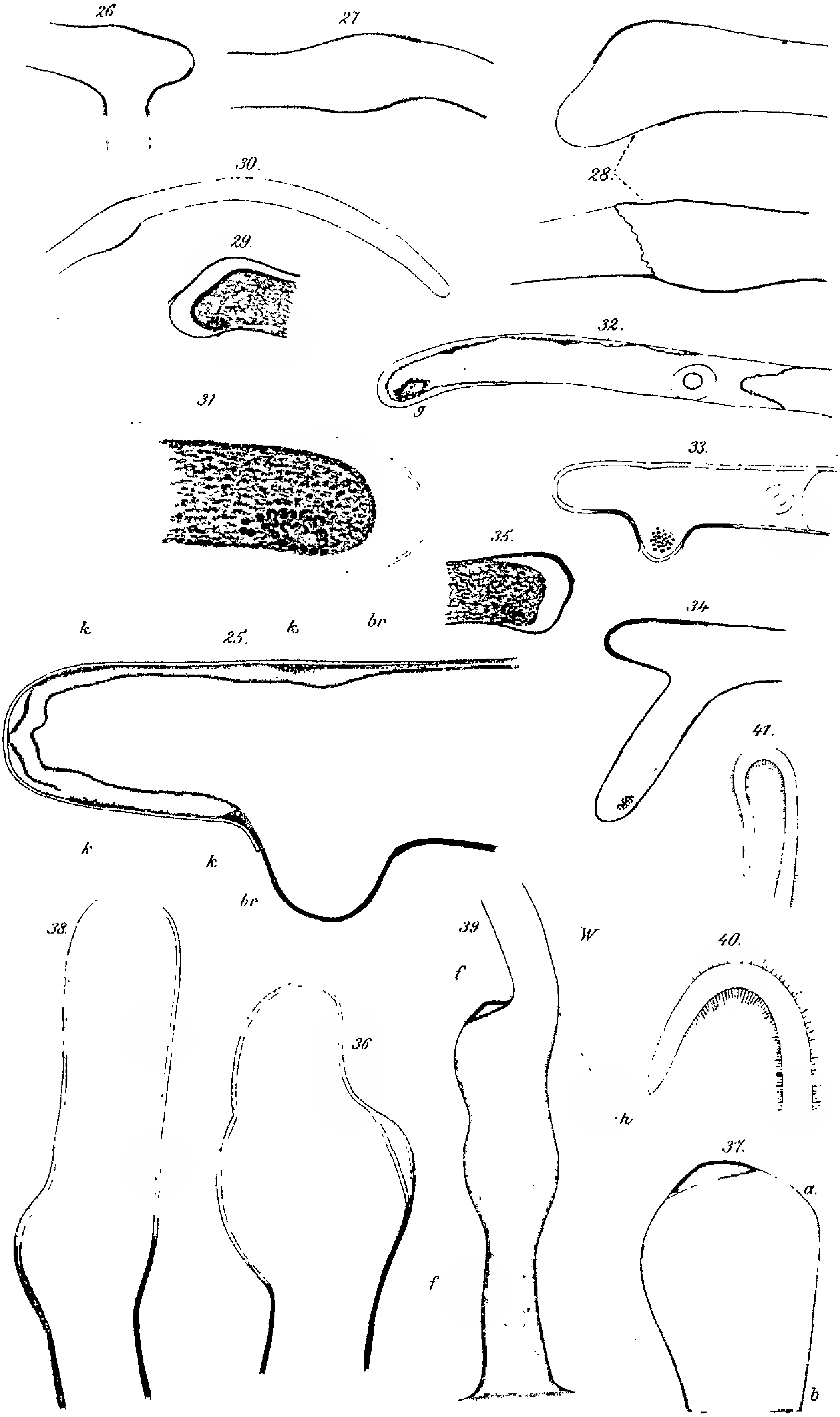
Flora 1891

Taf. XVI.


1
2.
3
4
5
a
6.
7
8
9
10
11.
12.
14
13
15
16
v
pl
17
p
p'
18.
r
f
r
19
r
b
r
20.
21.
24.
23.
22
b

Autor del.

C.A. Mayr lith.

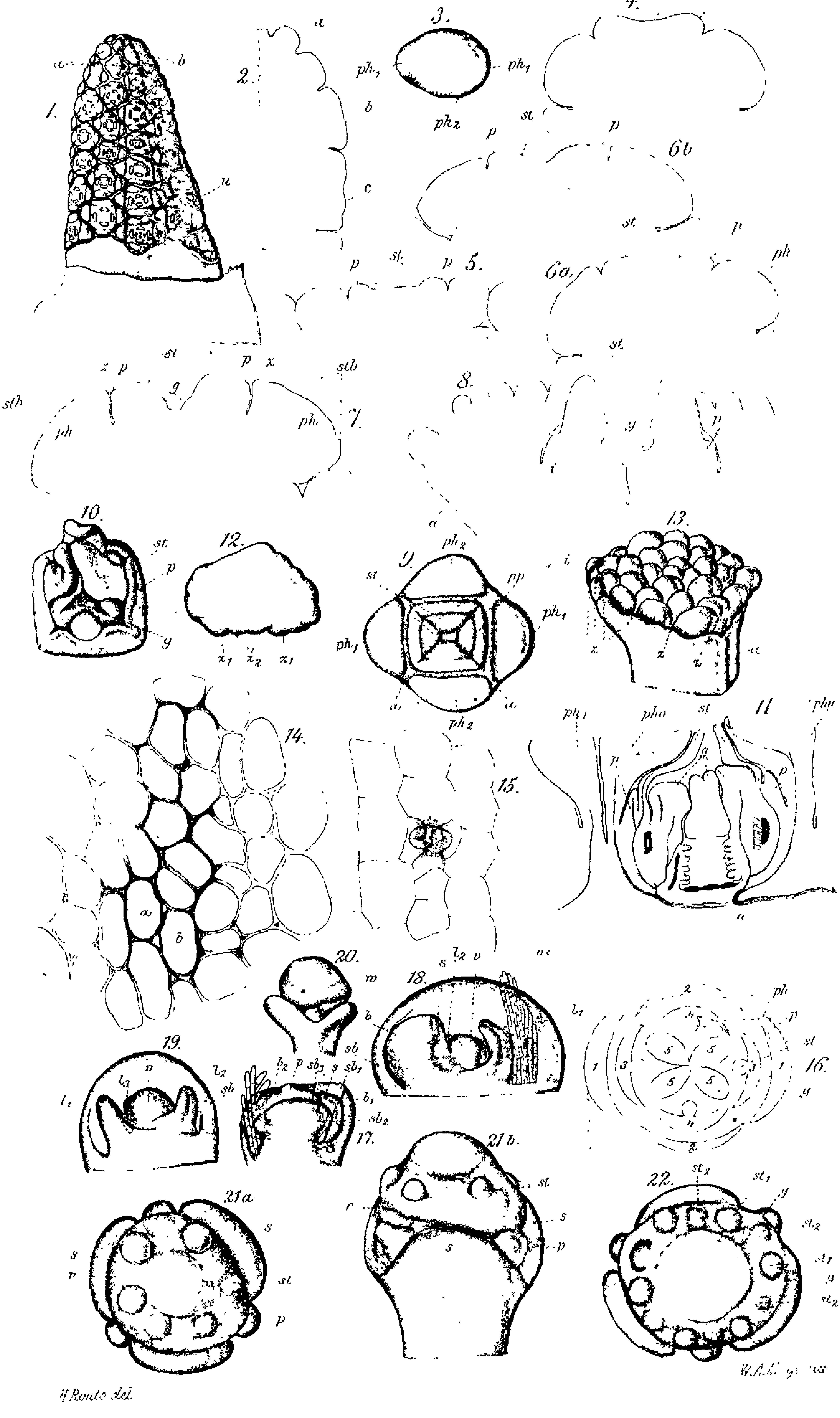

26
27
28.
30.
29.
32.
g
31
33.
35.
34
k
25.
k
br
k
k
br
41.
38.
39
f
W
40.
36
h
37.
a.
f
b

Autor del.

[illegible] lith.

Flora 1891.

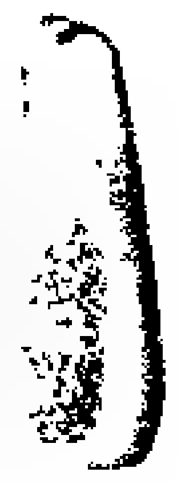
Taf. XVIII.


1.
a
b
u
2.
a
b
c
3.
ph1
ph2
4.
m
a
w
5.
p
st
6a.
6b.
ph
st
p
7.
stb
ph
z
p
g
x
8.
g
i
p
9.
ph2
st
pp
ph1
a
10.
st
p
g
11.
ph1
pho
st
phu
g
p
12.
z1
z2
13.
z
a
i
14.
a
b
15.
16.
ph
p
st
g
1
2
3
4
5
17.
b2
p
sb3
s
sb1
b1
sb2
18.
s
l2
v
l1
19.
l1
l2
l3
v
sb
20.
m
b
sb
21a.
s
r
st
p
21b.
r
st
s
p
22.
st2
st1
g

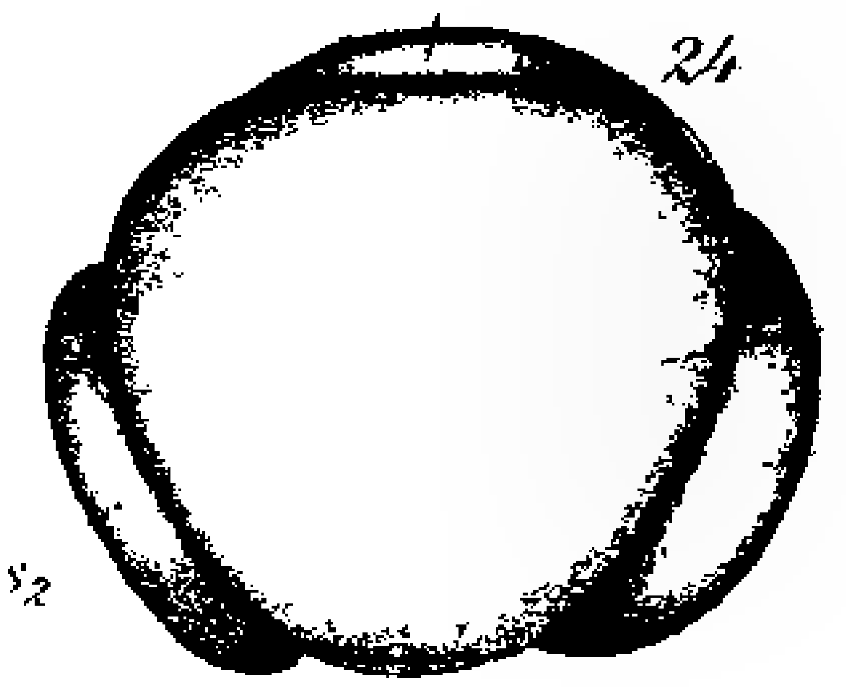
H. Ronte del.

W.A.M. 91 [illegible]

23

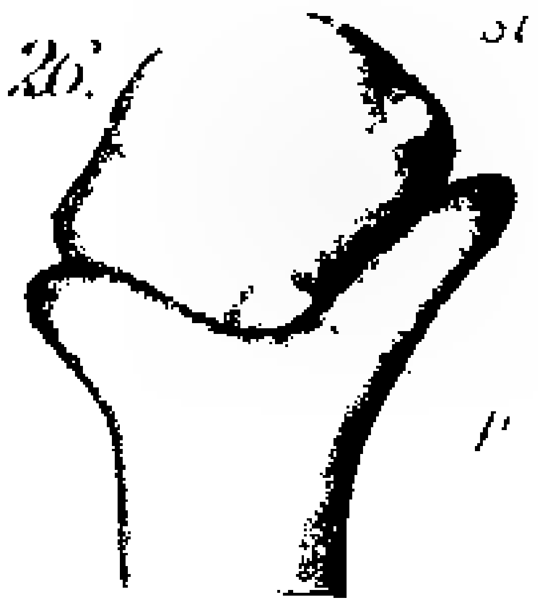


24

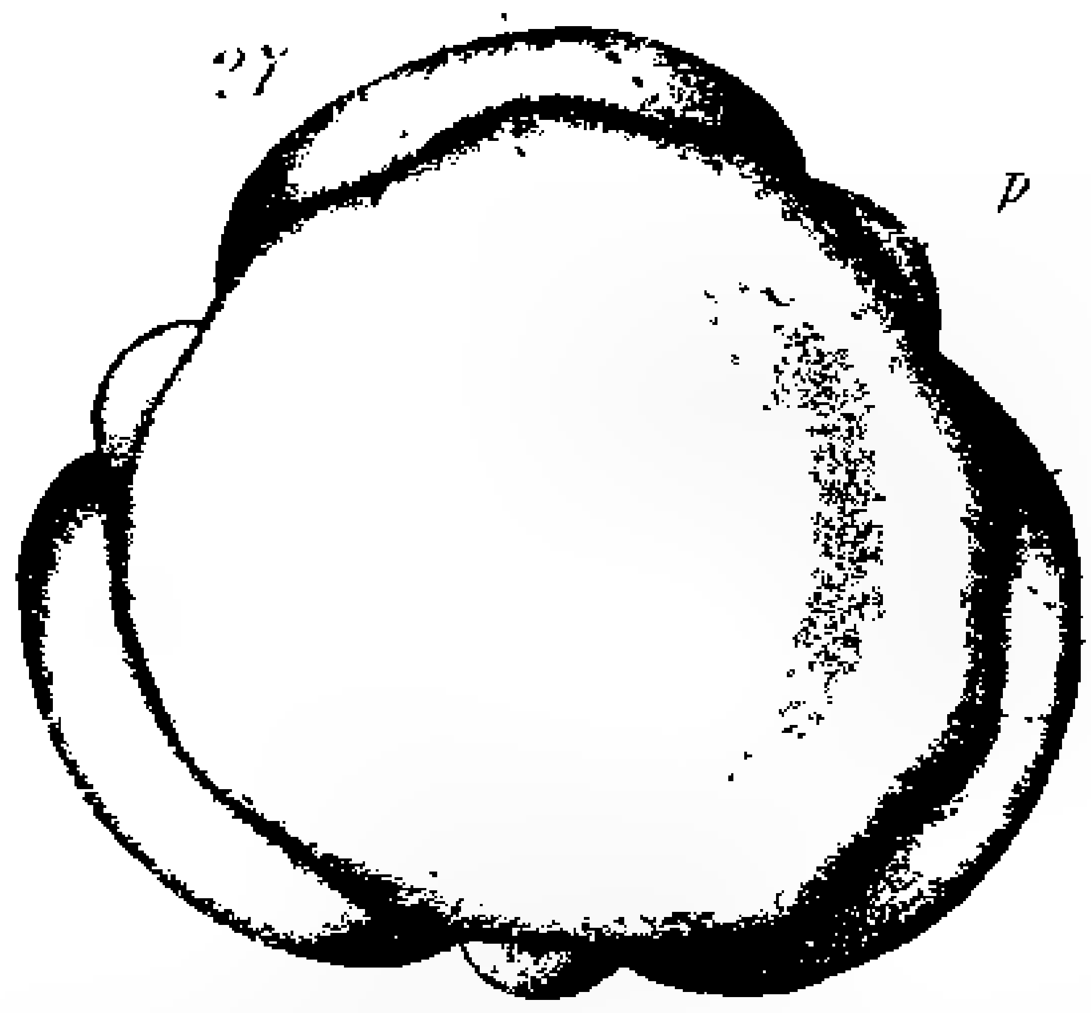


25.

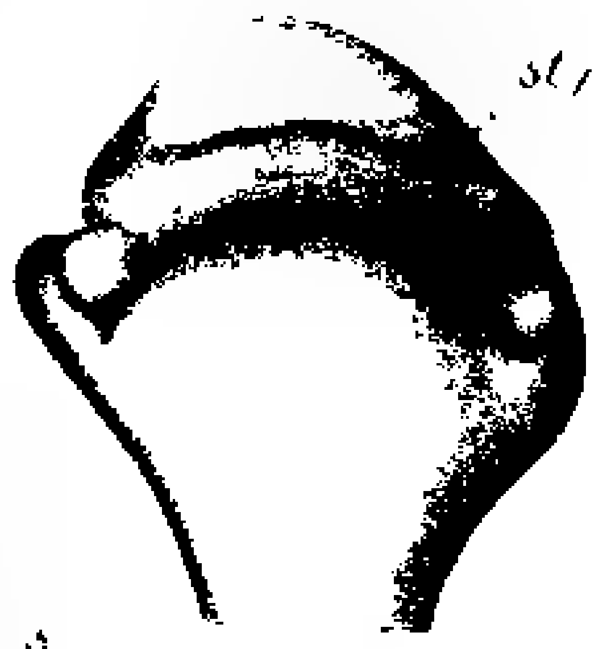
26.



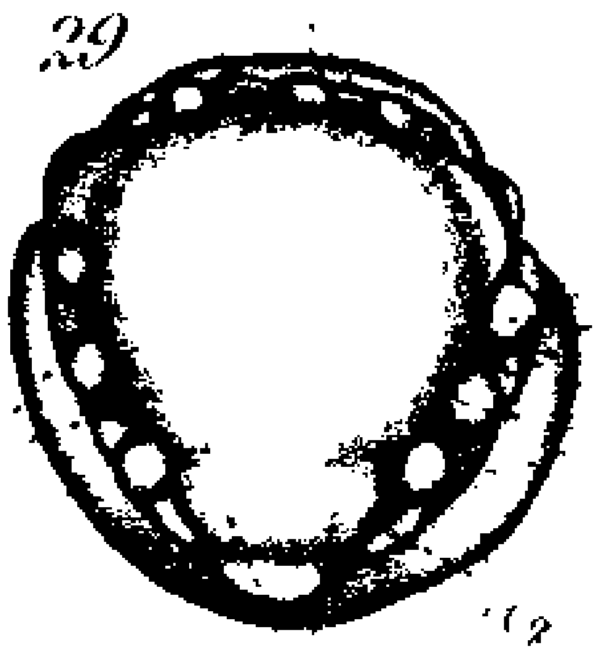
27



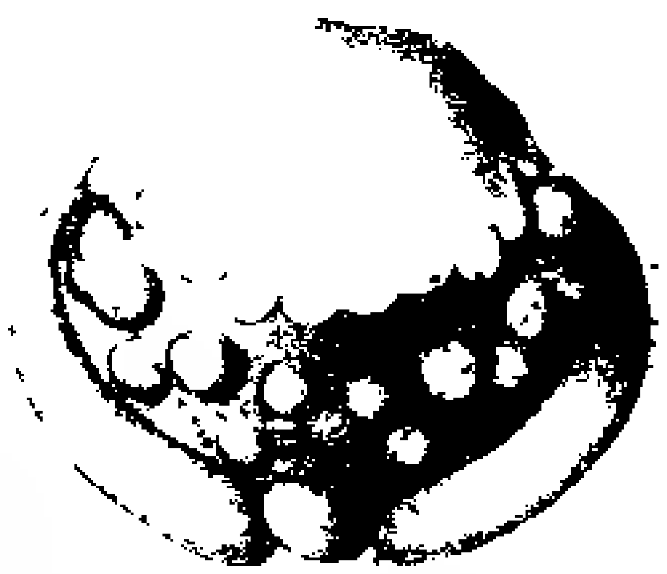
28.



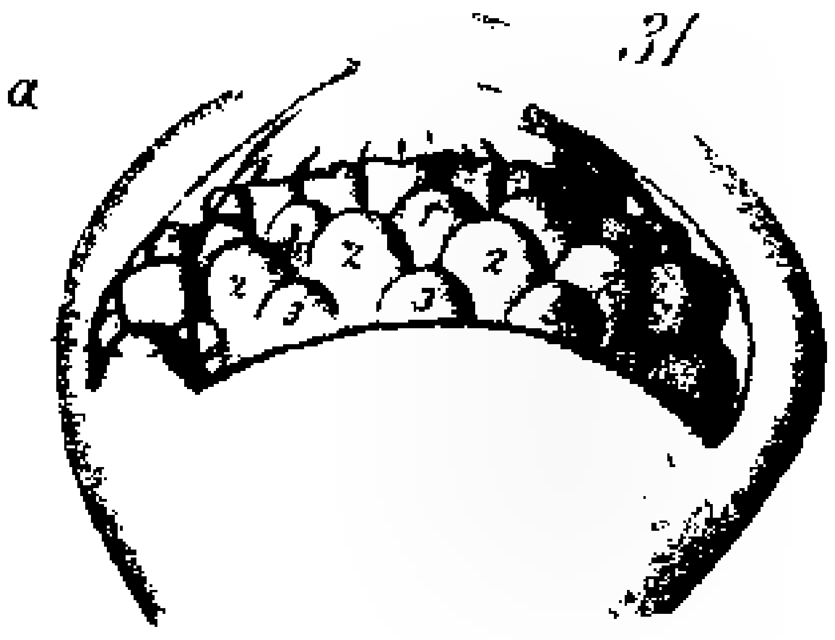
29



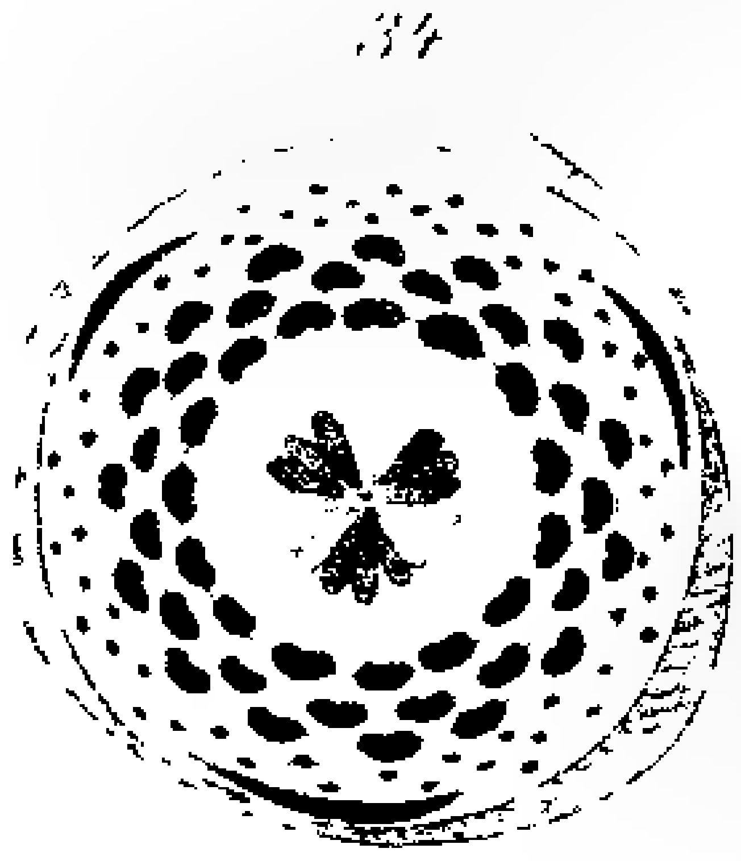
30


a
st3
g2
st1
st2
a

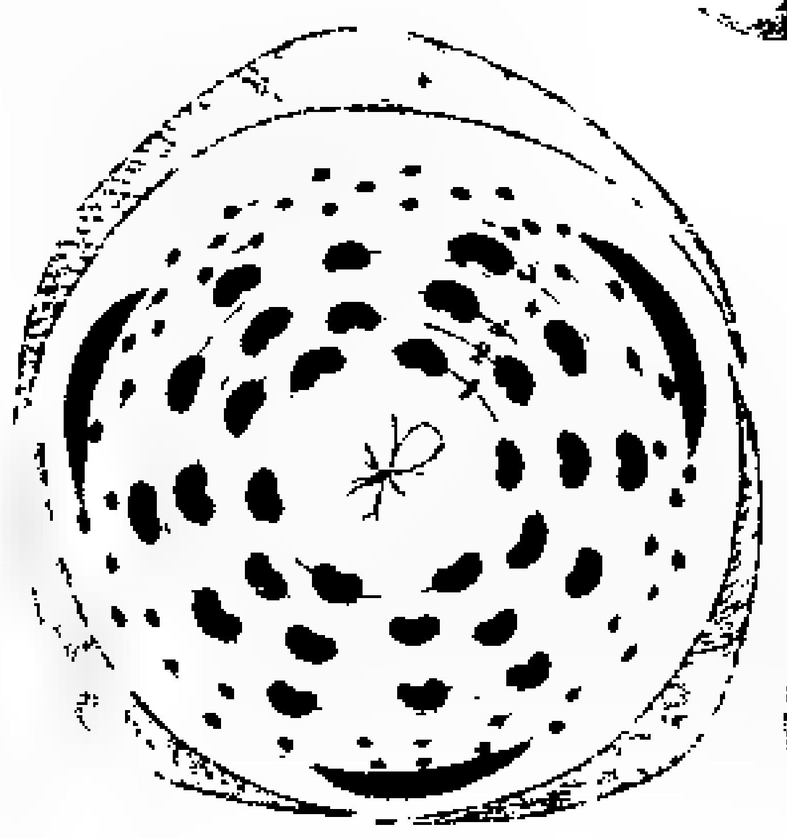
31



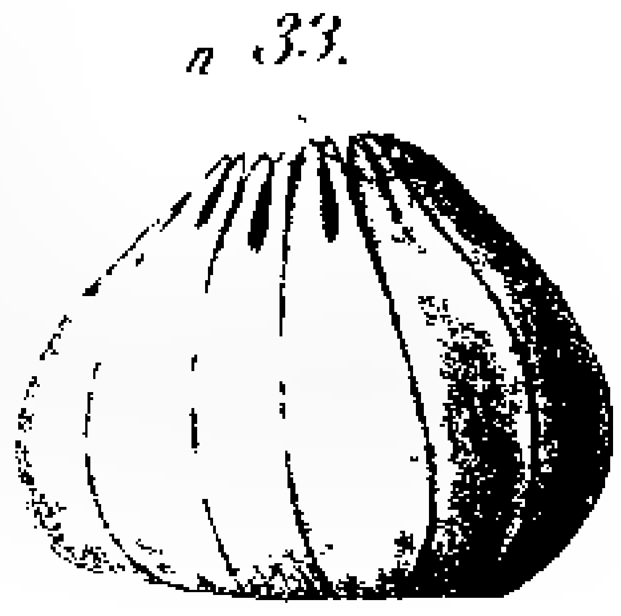
34



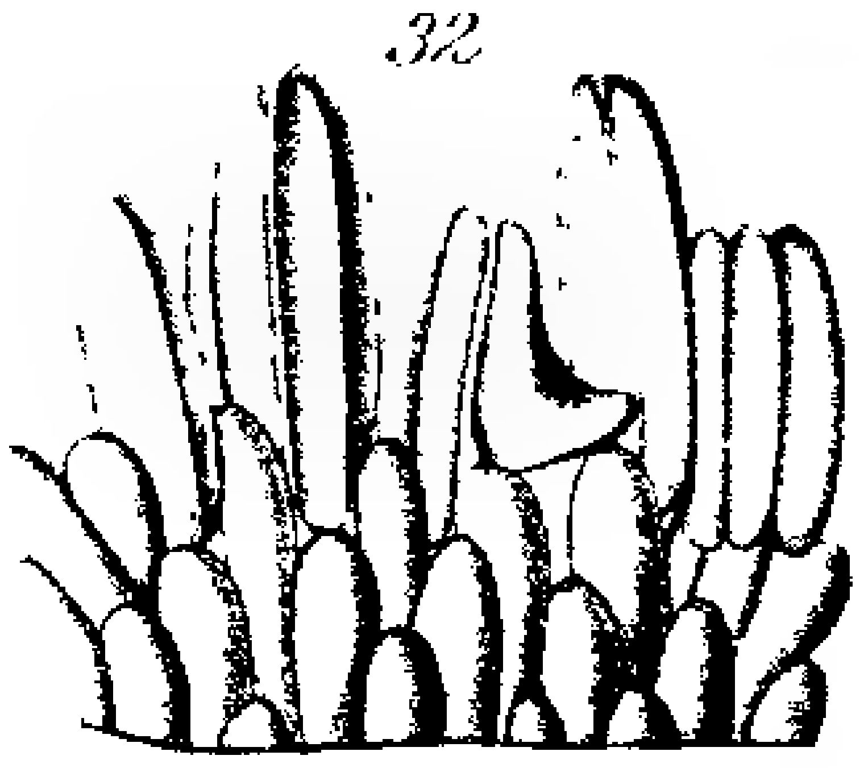
35.



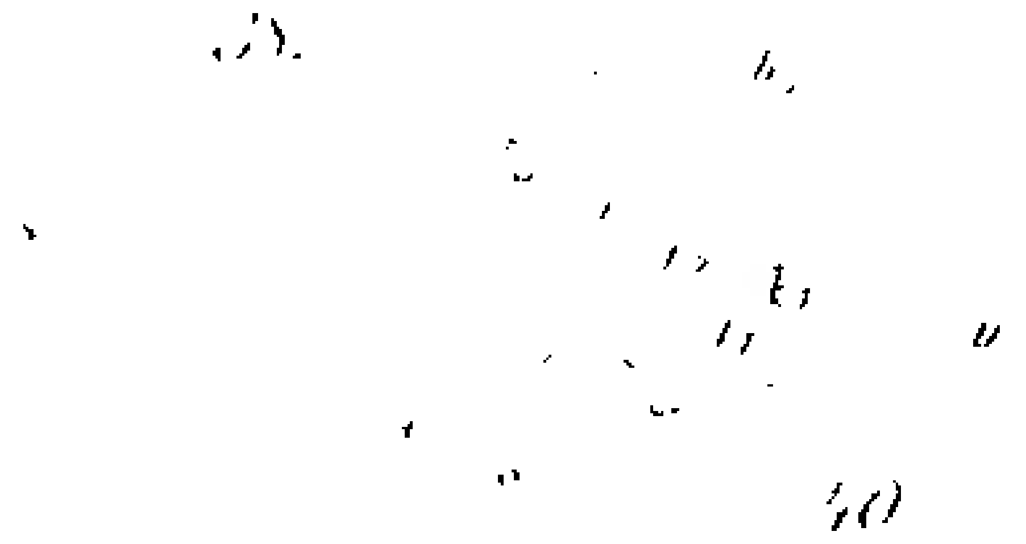
n 33.



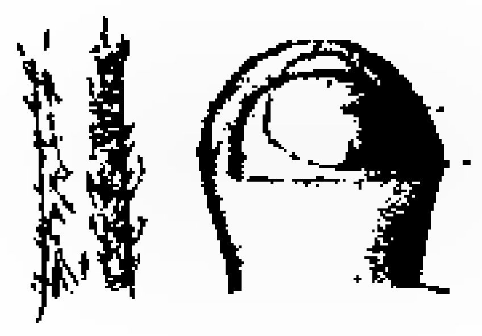
32



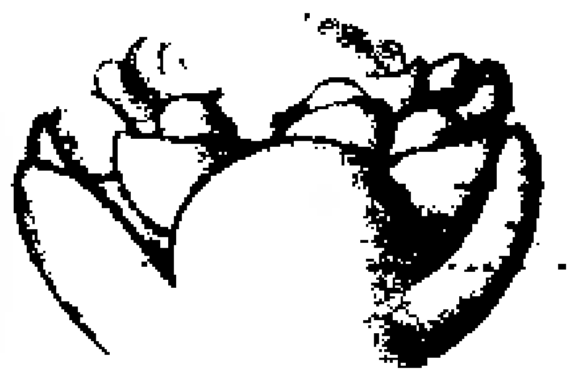
38.



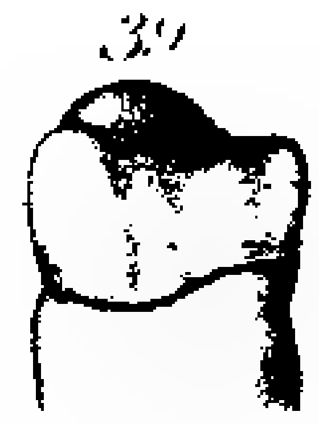
36



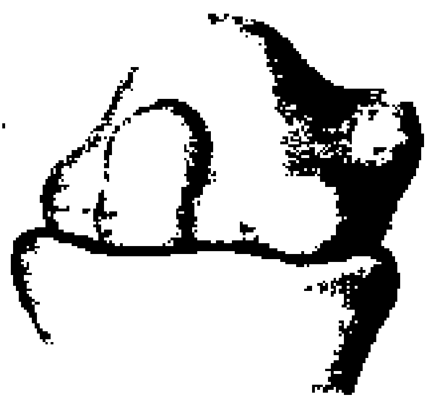
37.



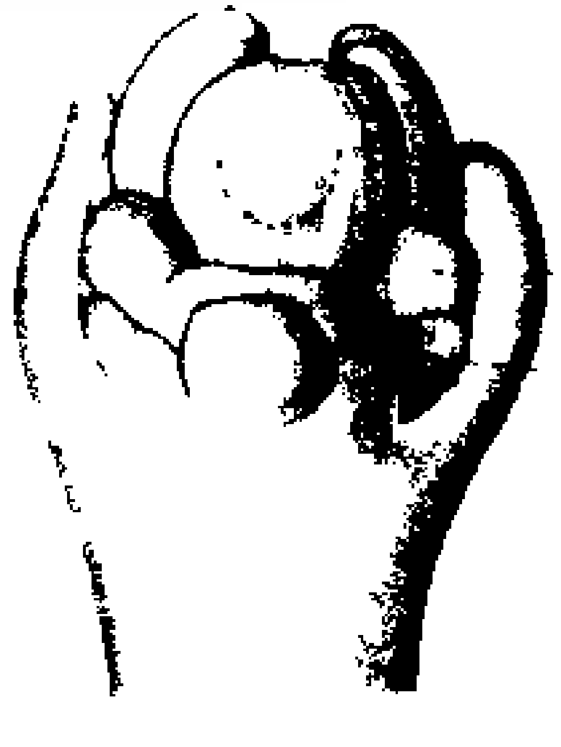
39



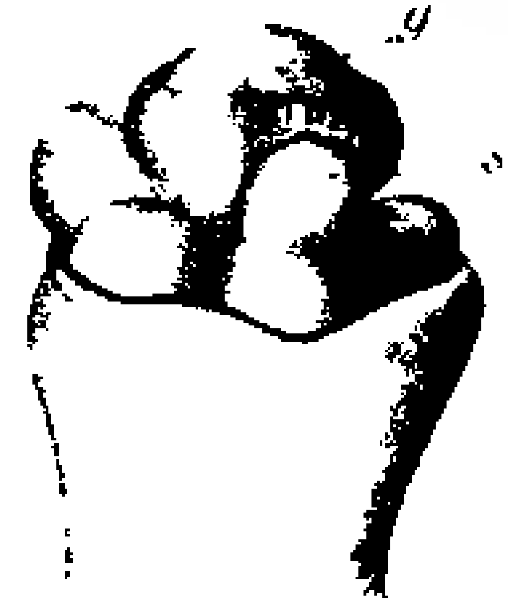
40



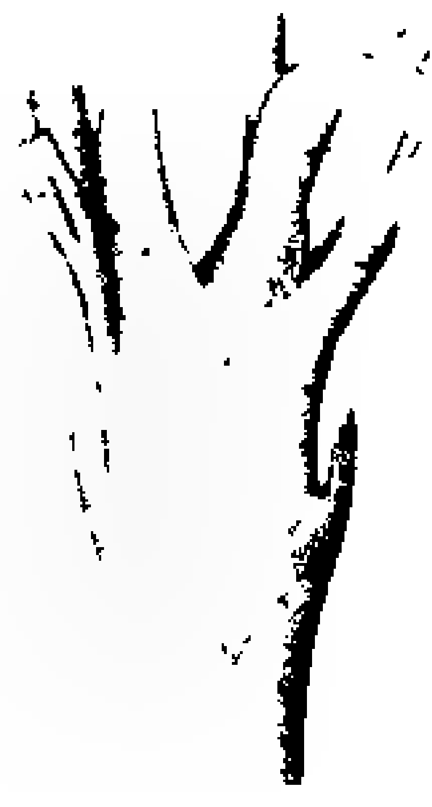
42.



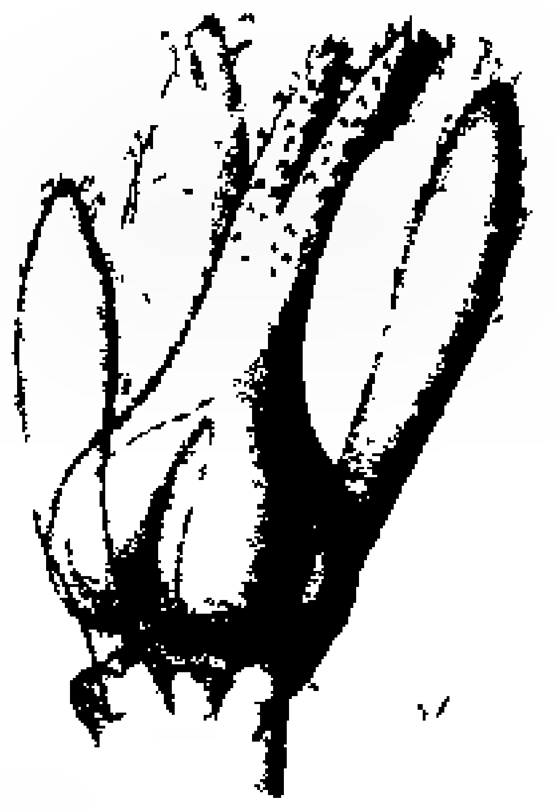
41



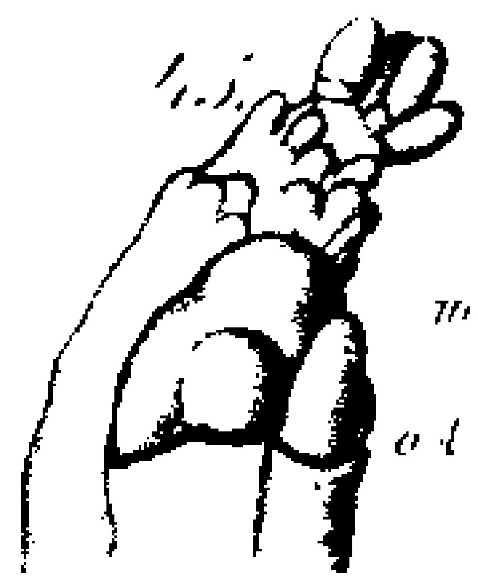
43


st2
p
st1
p
st1

44.

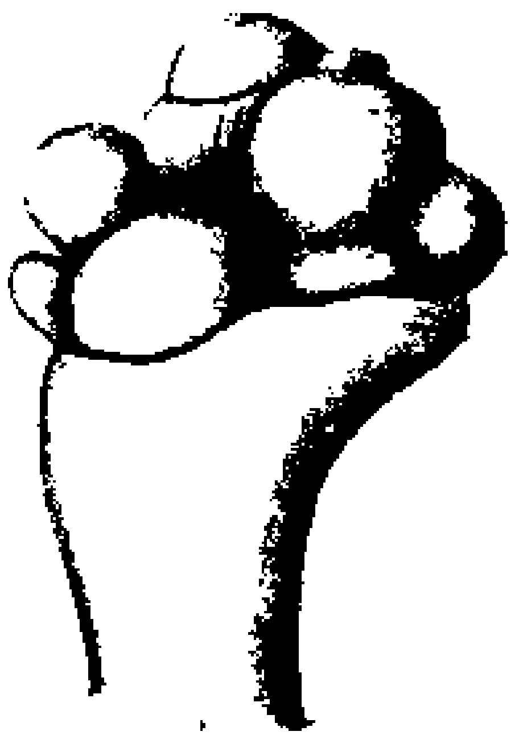


45.

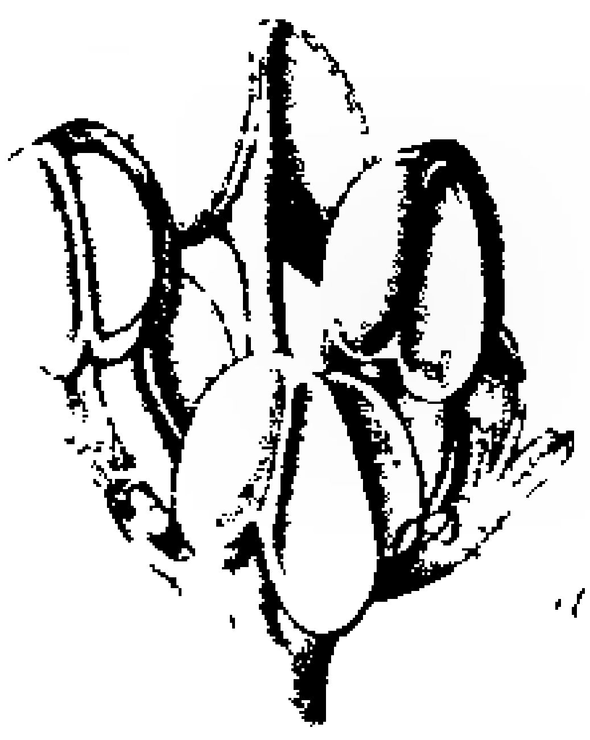


46

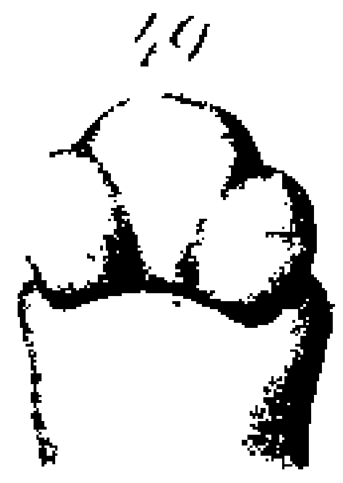
47



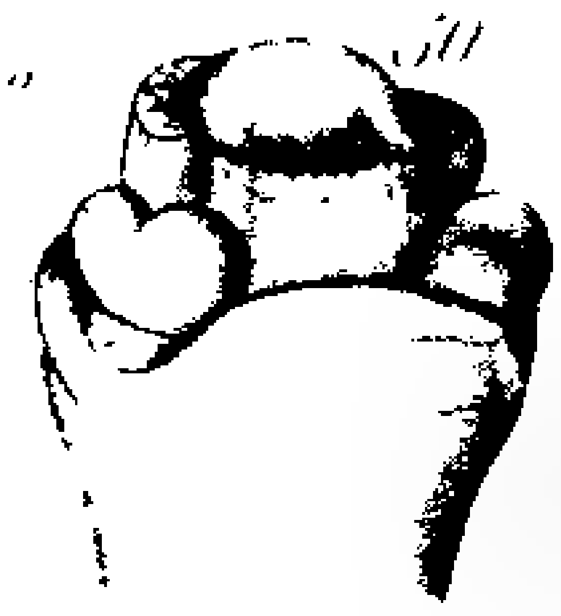
48



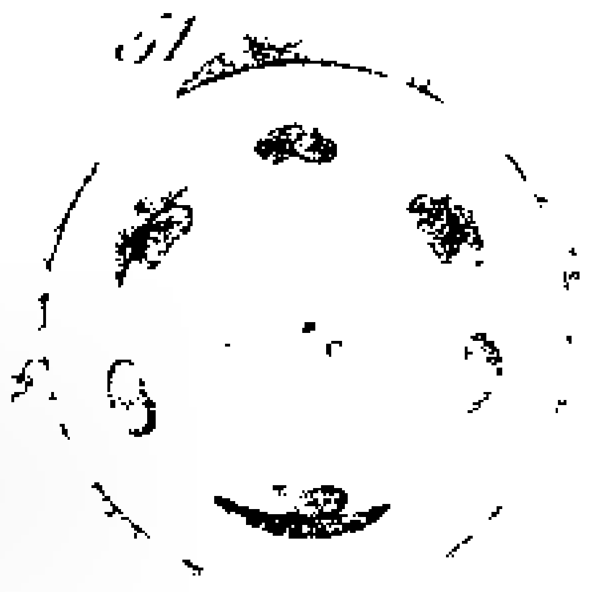
49



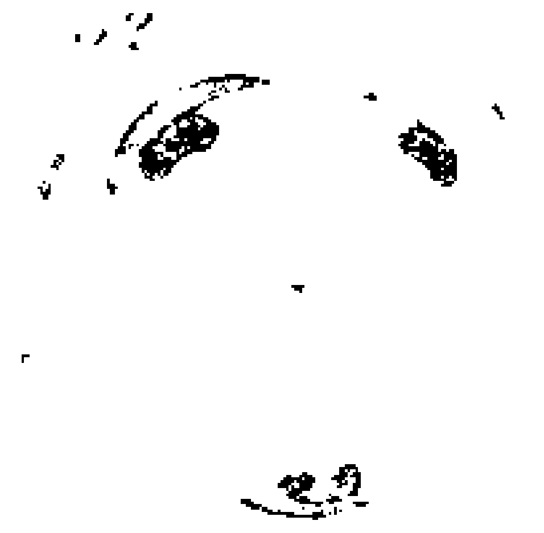
50



51



52



FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

NEUE REIHE 49. JAHRGANG
ODER
DER GANZEN REIHE 74. JAHRGANG.

HERAUSGEBER: PROF. Dr. K. GOEBEL.

Heft I mit Tafel I—III und 2 Holzschnitten.
Erschienen am 16. Januar 1891.

Inhalt. C. STICH, Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung . Seite 1—57
A. WEISSE, Ueber die Wendung der Blattspirale und die sie bedingenden Druckverhältnisse an den Axillarknospen der Coniferen . . . . „ 58—70
F. BUCHENAU, Ueber Knollen- und Zwiebelbildung bei den Juncaceen . . „ 71—83
E. LOEW, *Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der* Blüthe von Oxytropis pilosa DC. . . . . „ 84—91
H. ZUKAL, Halbflechten . . . . „ 92—107
J. MÜLLER, Lichenologische Beiträge . . . . „ 107—113
LITTERATUR: W. Nylander, Lichenes Japoniae . . . . „ 114
R. Hesse, Die Hypogaeen Deutschlands . . . . . . „ 115
O. Drude, Handbuch der Pflanzengeographie . . . . „ 116
A. O. Kihlmann. Pflanzenbiologische Studien aus Russ.-Lappland „ 116—117
E. Sagorski u. G. Schneider. Flora der Centralkarpathen . „ 117
G. Ritter Beck v. Mannagetta, Flora von Nieder-Oesterreich . „ 117—118
R. Neuhauss, Lehrbuch der Mikrophotographie . . . . „ 118
W. Behrens, Leitfaden der botanischen Mikroskopie . . . „ 119
A. Artari, Zur Entwicklungsgeschichte des Wassernetzes . . „ 119
A. Hansen, Pflanzen-Physiologie . . . . „ 120
R. Sadebeck, Kritische Untersuchungen über die durch Taphrina-Arten hervorgebrachten Baumkrankheiten . . . . „ 120—121
F. Buchenau, Zwei Abschnitte aus der Praxis des bot. Unterrichts „ 121—122
Eingegangene Litteratur . . . . „ 122—124

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1891.

Mit Verlagsbeilagen von Eduard Kummer in Leipzig und von Paul Parey in Berlin.

Mittheilung.

Da der Unterzeichnete von Anfang August bis Mitte April auf einer Tropenreise abwesend sein wird, so bittet er, alle die Redaction der „Flora“ betreffenden Mittheilungen, Manuskripte etc. an den stellvertretenden Herausgeber, Herrn Dr. Giesenhagen, 1. Assistent am botan. Institut in Marburg, oder an die Verlagsbuchhandlung richten zu wollen.

Marburg, August 1890.

Prof. Dr. Goebel.

Die »Flora oder allgemeine botanische Zeitung« erscheint in zwanglosen Heften. Der Jahrgang enthält mindestens 30 Bogen Text und etwa 12 Tafeln, auf deren Vermehrung und Ausstattung thunlichst Rücksicht genommen werden soll.

Aufgenommen werden Arbeiten aus dem Gesammtgebiet der Botanik. Die Herren Mitarbeiter erhalten ein Honorar von vorerst 20 M. für den Druckbogen (mit Ausnahme der aus Diagnosen bestehenden Beiträge) und 30 Sonderabdrücke. Betreffs der Aufnahme von Dissertationen wird besondere Vereinbarung vorbehalten.

Die Zahl der gewünschten Sonderabdrücke ist auf den Correcturen zu vermerken.

Die »Flora« kann zum Preise von 18 M. für den Band durch die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung, sowie durch jede andere Buchhandlung oder die Post bezogen werden.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung.

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

NEUE REIHE 49. JAHRGANG
ODER
DER GANZEN REIHE 74. JAHRGANG.

HERAUSGEBER: PROF. Dr. K. GOEBEL.

Heft II mit Tafel IV—VI und 1 Holzschnitt.
Erschienen am 15. April 1891.

Inhalt. H. KLEBAHN, Ueber Wurzelanlagen unter Lenticellen bei Herminiera Elaphroxylon und Solanum Dulcamara . . . . Seite. 125—139
P. DIETEL, Untersuchungen über Rostpilze . . . . „ 140—159
E. LOEW, Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Apios tuberosa Mch. . . . . „ 160—171
J. B. DE TONI, Systematische Uebersicht der bisher bekannten Gattungen der echten Fucoideen . . . . „ 171—182
LITTERATUR: M. Büsgen, Der Honigthau . . . . „ 183—185
E. Elfving, Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze „ 185—187
C. Steinbrinck, Zur Theorie der hygroskopischen Farbenquellung und -schrumpfung vegetabilischer Membranen . „ 187—188
A. Meyer, Wissenschaftliche Drogenkunde . . . . . . „ 189
C. de Candolle, Recherches sur les inflorescens . . . . „ 189—190
Eingegangene Litteratur . . . . „ 190—192

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1891.

Mit einer Beilage von Julius Klinkhardt, Graphisches Institut, Leipzig.

Die »Flora oder allgemeine botanische Zeitung« erscheint in zwanglosen Heften. Der Jahrgang enthält mindestens 30 Bogen Text und etwa 12 Tafeln, auf deren Vermehrung und Ausstattung thunlichst Rücksicht genommen werden soll.

Aufgenommen werden Arbeiten aus dem Gesammtgebiet der Botanik. Die Herren Mitarbeiter erhalten ein Honorar von vorerst 20 M. für den Druckbogen (mit Ausnahme der aus Diagnosen bestehenden Beiträge) und 30 Sonderabdrücke. Betreffs der Aufnahme von Dissertationen wird besondere Vereinbarung vorbehalten.

Die Zahl der gewünschten Sonderabdrücke ist auf den Correcturen zu vermerken.

Die »Flora« kann zum Preise von 18 M. für den Band durch die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung, sowie durch jede andere Buchhandlung oder die Post bezogen werden.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung.

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

NEUE REIHE 49. JAHRGANG
ODER
DER GANZEN REIHE 74. JAHRGANG.

HERAUSGEBER: PROF. Dr. K. GOEBEL.

Heft III mit Tafel VII–X und 1 Holzschnitt.
Erschienen am 29. Juni 1891.

Inhalt

C. STEINBRINCK, Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe . . . . Seite 193—219
A. J. SCHILLING, Die Süsswasser-Peridineen . . . . „ 220—299
R. H. SCHMIDT, Ueber Aufnahme und Verarbeitung von fetten Oelen durch Pflanzen . . . . „ 300—370
J. MÜLLER, Lichenologische Beiträge. XXXV. . . . . „ 371—382
LITTERATUR: J. Müller, Kritik über Dr. Wainio's „Etude“ . . . . . „ 383—389
O. Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mycologie . . . . „ 389—390
Eingegangene Litteratur . . . . „ 391—392

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1891.

W

Die »Flora oder allgemeine botanische Zeitung« erscheint in zwanglosen Heften. Der Jahrgang enthält mindestens 30 Bogen Text und etwa 12 Tafeln, auf deren Vermehrung und Ausstattung thunlichst Rücksicht genommen werden soll.

Aufgenommen werden Arbeiten aus dem Gesammtgebiet der Botanik. Die Herren Mitarbeiter erhalten ein Honorar von vorerst 20 M. für den Druckbogen (mit Ausnahme der aus Diagnosen bestehenden Beiträge) und 30 Sonderabdrücke. Betreffs der Aufnahme von Dissertationen wird besondere Vereinbarung vorbehalten.

Die Zahl der gewünschten Sonderabdrücke ist auf den Correcturen zu vermerken.

Die »Flora« kann zum Preise von 18 M. für den Band durch die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung, sowie durch jede andere Buchhandlung oder die Post bezogen werden.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung.

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

NEUE REIHE 49. JAHRGANG
ODER
DER GANZEN REIHE 74. JAHRGANG.

HERAUSGEBER: PROF. Dr. K. GOEBEL.

Heft IV und V mit Tafel XI—XIX.

Erschienen am 3. October 1891.

Inhalt. TH. LANGE, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Gefässe und Tracheiden Seite 393—434
K. REICHE, Ueber nachträgliche Verbindungen frei angelegter Pflanzenorgane ,, 435—444
P. F. REINSCH, Ueber das Protococcaceen Genus Actidesmium . . . . ,, 445—459
M. DALMER, Ueber stärkereiche Chlorophyllkörper im Wassergewebe der Laubmoose . . . . ,, 460—465
E. ZACHARIAS, Ueber das Wachsthum der Zellhaut bei Wurzelhaaren . . ,, 466—491
H. RONTE, Beiträge zur Kenntniss der Blüthengestaltung einiger Tropenpflanzen ,, 492—530
LITTERATUR: 1) U. Dammer, Handbuch für Pflanzensammler . . . . . ,, 530
2) Abbildungen zur deutschen Flora H. Karstner . . . ,, 530—531
3) G. Krabbe, Entwicklungsgeschichte und Morphologie der polymorphen Flechtengattung Chadoria . . . . . ,, 531
4) A. Wigand, Flora von Hessen und Nassau. II. Theil . . ,, 532
Eingegangene Litteratur . . . . ,, 533—534

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1891.

Die »Flora oder allgemeine botanische Zeitung« erscheint in zwanglosen Heften. Der Jahrgang enthält mindestens 30 Bogen Text und etwa 12 Tafeln, auf deren Vermehrung und Ausstattung thunlichst Rücksicht genommen werden soll.

Aufgenommen werden Arbeiten aus dem Gesammtgebiet der Botanik. Die Herren Mitarbeiter erhalten ein Honorar von vorerst 20 M. für den Druckbogen (mit Ausnahme der aus Diagnosen bestehenden Beiträge) und 30 Sonderabdrücke. Betreffs der Aufnahme von Dissertationen wird besondere Vereinbarung vorbehalten.

Die Zahl der gewünschten Sonderabdrücke ist auf den Correcturen zu vermerken.

Die »Flora« kann zum Preise von 18 M. für den Band durch die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung, sowie durch jede andere Buchhandlung oder die Post bezogen werden.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung.